Wells 9 5/8 x 6
Inside 9 3/8 x 6

QK1
.R44
1915
v.27

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME VINGT-SEPTIÈME

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
1, RUE DANTE, 1
1915

B 4,50

SHOUT
SHARE
IT

TABLE DES ARTICLES ORIGINAUX

L'humus considéré comme source de carbone pour les plantes vertes, par M. Marin **Molliard** 1

Notes générales sur l'étude anatomique des espèces malgaches du genre *Crotalaria*, par M. A. **Lacoste** 10

L'hybridation asexuelle ou variation spécifique chez les plantes greffées (suite), par M. Lucien **Daniel**. 22, 33

Sur la répartition géographique des algues bleues en France, par M. Henri **Coupin** 50

Effet de l'électrolyse sur le pouvoir amylolytique d'une infusion de malt, par Mlle **Promsy** et M. **Drevon** 60

Recherches anatomiques sur les feuilles des Broméliacées, par Mlle E. **Keiline** 77

Le *Crocysporium torulosum* Bonorden est une forme végétative d'un champignon basidiomycète, par M. Lucien **Plantefol** 97

Arvet-Touvet, botaniste dauphinois, et son œuvre (avec un portrait), par M. Marcel **Mirande** 67, 117, 142, 169, 208

Contribution à l'étude du café (avec figures dans le texte et trois planches), par MM. A. **Berteau** et Ed. **Sauvage** 129

Nouvelles recherches sur les caractères chimiques et histologiques du Radis cultivé en présence de sucres, par M. Marin **Molliard** . 161

Recherches sur le chondriome chez les Champignons et chez les Algues, *troisième contribution à l'étude des mitochondries* (avec pl. et fig. dans le texte), par M. A. **Guilliermond** . 193, 236, 271, 297

Le buissonnement du *Prunus spinosa* au bord de la mer (avec une planche double et figures dans le texte), par M. Henri **Devaux**. . 225

Sur les causes qui déterminent la forme des arbres, par M. Paul **Jaccard** 257, 335, 353

Sécrétion par les racines de substances toxiques pour la plante (avec une planche hors texte), par M. Marin **Molliard**. 289

Sur quelques graines et fructifications du Westphalien du Nord de la France (avec trois planches hors texte), par MM. G. **Depape** et A. **Carpentier** 321

TABLE DES NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

Bonaparte, Prince Roland. Fougères du Congo belge du Jardin Botanique de l'État à Bruxelles 191

Braun, Josias. Les Cévennes méridionales (Massif de l'Aigoual . . 375

Elfving, Fr.. Untersuchungen über die Flechtengonidien 158

Eriksson, J.. Die Einbürgerung neuer zerstörender gurken Krankheiten in Schweden (Centralblatt für Bacteriologie Parasiten Runde und infections Krankheiten) 351

Hauman Marik, Lucien. La Forêt valdivienne et ses limites. . . . 30

Hickel, R.. Graines et plantules des arbres et arbustes indigènes communément cultivés en France 159

Jumelle, Henri. La flore caoutchoutière de Madagascar. 223

Koorders. Excursionsflora von Java umfessend die Blüten pflanzen . 317

Lacoste, Albert. Etude anatomique sur les Papilionacées de Madagascar. 224

Lapie, G. et A. Maige. Flore forestière de l'Algérie. 223

Laurent, L.. Etude des causes qui déterminent les stations de quelques végétaux dans l'Est du département des Bouches-du-Rhône. 350

Van Leeuwen-Reijnvaan, W. und J. Dockers. Einige Gallea aus Java 191

Peklo, Jaroslav. Neue Beikäge zor Lonug des Mykorrhizaproqlems . 316

Peklo, Jaroslav. Ueber die Zusammensetzung der sogenannten Aleuronschischt. 317

Porodko, Th. M.. Vergleichende Untersuchungen über die Tropismen 316

Wildeman, E. de. Documents pour l'étude de la Géobotanique congolaise 254

TABLE DES PLANCHES

CONTENUES DANS LE TOME VINGT-SEPTIÈME

Planche 1. Le *Pêcher-Amandier* et ses générateurs.
Planche 2. Le *Néflier de Saujon* et ses générateurs.
Planche 3. Diverses formes des feuilles du *Néflier de Bronvaux.*
Planche 4. Tubercules de *Radis.*
Planche 5. Tubercules de *Radis.*
Planche 6. Excrétion toxique des racines.
Planche 7. Graines.
Planche 8. Graines et microspores.
Planche 9. Microsporanges et sporanges.
Planches 10 et 11. *Prunus spinosa* déformé par le vent marin.
Planches 12 et 13. Chondriome dans *Pustularia vesiculosa.*
Planches 14 et 15. Chondriome dans *Pustularia vesiculosa.*
Planches 16 et 17. Chondriome dans diverses *Agaricinées.*
Planches 18 et 19. Chondriome dans diverses *Moississures.*
Planche 20. Chondriome dans diverses *Algues.*
Planches 21 et 22. Chondriome dans diverses *Algues.*
Planche 23. Chondriome des *Champignons* et des *Algues.*
Planche 24. Fruit du *Caféier.*
Planche 25. Fruit du *Caféier.*
Planche 26. Germination du *Caféier.*

Portrait d'Arvet-Touvet . . . . avant la page 67

TABLE DES ARTICLES ORIGINAUX

PAR NOMS D'AUTEURS

Berteau (A.) et Ed. Sauvage. Contribution à l'étude du Café . . . 129

Coupin (Henri). Sur la répartition géographique des algues bleues en France 50

Daniel (Lucien). L'hybridation asexuelle ou variation spécifique chez les plantes greffées 22, 33

Depape (G.) et A. Carpentier. Sur quelques graines et fructifications du Westphalien du nord de la France 321

Devaux (Henri). Le buisonnement du *Prunus spinosa* au bord de la mer 225

Guilliermond (A.). Recherches sur le chondriome chez les Champignons et chez les Algues, *troisième contribution à l'étude des mitochondries* 193, 236, 271, 297

Jaccard (Paul). Sur les causes qui déterminent la forme des arbres 257, 335 353

Keiline (Mlle E.). Recherches anatomiques sur les feuilles des Broméliacées 77

Lacoste (A.). Notes générales sur l'étude anatomique des espèces malgaches du genre *Crotalaria* 10

Mirande (Marcel). *Arvet-Touvet,* botaniste dauphinois, et son œuvre 67, 117, 142, 169, 208

Molliard (Marin). L'humus considéré comme source de carbone pour les plantes vertes 1

Molliard (Marin). Nouvelles recherches sur les caractères chimiques et histologiques du Radis cultivé en présence de sucres. . . . 161

Molliard (Marin). Sécrétion par les racines de substances toxiques pour la plante 289

Plantefol (Lucien). Le *Crocysporium torulosum* Bonorden est une forme végétative d'un champignon basidiomycète 97

Promsy (Mlle) et M. Drevon. Effet de l'électrolyse sur le pouvoir amylolytique d'une infusion de malt 60

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME VINGT-SEPTIÈME

Livraison du 15 Janvier 1915

N° 313

Entered at the New-York Post Office
as Second Class matter

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
1, RUE DANTE, 1

1915

LIVRAISON DU 15 JANVIER 1915

I. — L'HUMUS CONSIDÉRÉ COMME SOURCE DE CARBONE POUR LES PLANTES VERTES, par **M. Marin Molliard** 1

II. — NOTES GÉNÉRALES SUR L'ÉTUDE ANATOMIQUE DES ESPÈCES MALGACHES DU GENRE *CROTALARIA*, par **M. A. Lacoste** 10

III. — L'HYBRIDATION ASEXUELLE OU VARIATION SPÉCIFIQUE CHEZ LES PLANTES GREFFÉES *(suite)*, par **M. Lucien Daniel** 22

IV. — NOTES BIBLIOGRAPHIQUES 30

Hauman-Merck, Lucien. — La Forêt valdivienne et ses limites.

V. — CHRONIQUES ET NOUVELLES. 31

Ce numéro renferme 12 figures dans le texte.

Pour tout ce qui concerne les Annonces, s'adresser à M. l'Administrateur de la Librairie générale de l'Enseignement, 1, rue Dante, Paris (Ve).

L'HUMUS
CONSIDÉRÉ COMME SOURCE DE CARBONE POUR LES PLANTES VERTES

par M. MOLLIARD

Depuis qu'il a été établi que certaines matières organiques relativement simples, telles que les sucres, sont absorbées par les racines des plantes supérieures et peuvent constituer pour ces dernières des aliments, on s'est demandé s'il n'en était pas de même des substances plus complexes et particulièrement des substances humiques. De nombreux travaux ont mis en évidence une action de l'humus sur la végétation; elle s'exerce par les substances minérales et azotées qu'il contient, et aussi par ses propriétés physiques, mais ainsi qu'a pu l'écrire récemment André (1), la nutrition carbonée de la plante aux dépens de la matière humique du sol *« n'a pas encore été démontrée. »*

Je rappellerai tout d'abord, au sujet de la question posée, les expériences de J. Laurent (2) ; elles ont trait à la manière dont se comporte une des substances de l'humus, l'acide humique, vis-à-vis du Maïs; des semences de cette plante ont été mises à se développer aseptiquement sur une solution étendue d'humate de potassium (1 gr. d'acide humique saturé par du carbonate de potassium pour 1 litre d'eau) ; les résultats se traduisent par un poids sec des plantes moins élevé que pour celles qui étaient cultivées, comme témoins, sur de l'eau distillée ; à première vue, on serait donc tenté de considérer l'humate de potassium comme ayant agi d'une manière nocive.

---

(1) G. André. *Chimie agricole. Chimie végétale,* Paris, 1909, p. 109.

(2) J. Laurent. *Recherches sur la nutrition carbonée des plantes vertes à l'aide de matières organiques.* Rev. gén. Bot., 1903, **14**.

J. Laurent arrive par le raisonnement à une conclusion inverse ; il montre qu'en considérant les poids d'albumen examinés dans les deux cas et la quantité d'humate de potassium disparue on est en droit de se demander si cette dernière ne remplirait pas le même rôle que la fraction d'albumen dont elle empêche l'utilisation ; et l'auteur est ainsi amené à conclure que l'humus peut fournir à la plante de petites quantités de carbone, tout en pensant qu'il intervient surtout pour activer la fonction chlorophyllienne à la façon d'une substance minérale.

J. Laurent montre de plus que l'humate de potassium, contrairement à ce qu'avait avancé Grandeau, pénètre bien dans les racines du Maïs ; en pratiquant des coupes transversales, que l'on traite par l'acide acétique pour précipiter l'acide humique, on peut suivre cette substance depuis les poils absorbants jusqu'aux vaisseaux du bois ; il est même possible de reconnaître l'existence de la substance jusque dans la tige ; mais absorption n'est pas synonyme d'utilisation.

Plus récemment Cailletet (1) a été amené par une autre voie à regarder l'humus comme constituant une source de carbone pour les végétaux chlorophylliens ; l'observation qui lui a servi de point de départ est le développement, à des luminosités très faibles, de plantes vertes telles que *l'Aspidistra ;* aux intensités lumineuses correspondant au développement de ce végétal dans les conditions de l'observation, il n'y avait pas de décomposition du gaz carbonique de l'air par l'appareil aérien. De plus des expériences faites sur des *Adiantum* cultivés à une lumière très atténuée, soit en milieu purement minéral, soit dans un mélange de terreau et de terre de bruyère, ont montré que les plantes se desséchaient rapidement dans le premier cas, et donnaient au contraire naissance à de nouvelles feuilles sur le second substratum.

Maquenne (2) a fait observer, à propos de ce travail, qu'il serait nécessaire, dans des études de cette nature, d'effectuer des mesures photométriques précises et Lubimenko (1) a montré que pour certaines plantes la limite inférieure de l'intensité lumineuse active dans le phénomène de l'assimilation chlorophyllienne peut être des plus faibles. On pourrait ajouter, en ce qui concerne le cas de *l'Aspidistra,* que le développement d'une nouvelle feuille ne prouve nullement qu'il y a eu pour l'ensemble de la plante une augmentation du poids de la matière sèche ; il pourrait s'agir, si vraiment l'assimilation chlorophyllienne fait défaut pendant une certaine période, d'une simple migration de substances s'opérant à partir des feuilles les plus âgées et du rhizôme.

---

(1) Cailletet. *Sur l'origine du carbone assimilé par les plantes.* C. R. Ac. Sc., 1911, **152**, 1215.

(2) Maquenne. *A propos d'une communication récente de M. Cailletet.* C. R. Ac. Sc., 1911, **152**, 1818.

Enfin, pour ce qui est des résultats des expériences relatives à *l'Adiantum,* ceux-ci peuvent aussi s'expliquer par l'intervention du gaz carbonique dégagé par les substances organiques constituant le second milieu, comme nous allons le voir dans un instant, après Demoussy.

J'ai cherché à mon tour à résoudre la question de l'humus considéré comme source de carbone pour les plantes supérieures en comparant la quantité de carbone contenue dans des plantes développées sur du terreau stérilisé, à l'abri du gaz carbonique de l'air, à la quantité de carbone contenue dans la plantule ; la différence doit représenter le carbone emprunté au terreau ; en tubes hermétiquement fermés, nous n'avons pas en effet à tenir compte des échanges gazeux de la plante, car tout le gaz carbonique provenant du phénomène respiratoire est repris par la plante à la lumière et le végétal ne subit donc de ce fait aucune modification dans sa teneur en carbone.

Une série de cultures aseptiques de Radis a été effectuée dans des tubes d'environ 300$^{cm^3}$, semblables à ceux qui m'ont servi dans des recherches antérieures ; dans chacun d'eux j'introduisais une quantité constante (60 gr.) de terreau humide, tamisé pour le débarrasser de tout gravier ou de masses trop compactes ; certains tubes, bouchés à l'ouate, étaient portés à l'autoclave à 120° pendant une heure et ce traitement était répété après un intervalle de 24 heures. Ces tubes étaient ensemencés avec des graines de Radis, les unes stérilisées par traitement à l'alcool absolu et au sublimé $1\,^{\circ}/_{\circ}$, d'autres ne subissant au contraire aucune stérilisation ; toutes les graines étaient aussi semblables que possible et avaient un poids moyen de $12^{mgr},2$ qui correspondait à un poids sec de $9^{mgr},5$ pour la plantule ; enfin certains tubes étaient simplement fermés par un tampon d'ouate permettant les échanges gazeux entre l'atmosphère interne du tube et l'air extérieur, d'autres étaient hermétiquement fermés à l'aide d'un bouchon de caoutchouc très légèrement enduit de vaseline à laquelle était incorporé du bichlorure de mercure.

---

(1) Lubimenko. *Sur la sensibilité de l'appareil chlorophyllien des plantes ombrophiles et ombrophobes.* Rev. gén. Bot., 1905, **17**, 381.

Faisons remarquer que les termes *ombrophiles* et *ombrophobes* sont employés par Lubimenko et par d'autres physiologistes d'une manière impropre ; les plantes ombrophiles sont celles dont le développement est favorisé par d'abondantes précipitations atmosphériques (*ombros,* pluie) ; ombrophile et ombrophobe doivent être remplacés par héliophobe et héliophile.

Les cultures ont duré un mois et les résultats, pour les différentes séries, concernant les rendements en substance fraîche et substance sèche, sont représentés par le tableau suivant :

NATURE DES GRAINES	CONDITIONS EXPÉRIMENTALES		POIDS FRAIS moyen (mg)	POIDS SEC moyen (mg)	AUGMENTATION DU POIDS SEC PAR RAPPORT A LA PLANTULE (mg)
Graines stérilisées	Terreau non chauffé	Tubes ouverts (I)..	623	23,8	14,1
		Tubes fermés (II)..	1015	39,8	30,3
	Terreau porté à 120°	Tubes ouverts (III).	546	32,5	23
		Tubes fermés (IV).	616	42	32,5
Graines non stérilisées	Terreau porté à 120°	Tubes ouverts (V).	1556	83,2	73,7

Que le rendement soit plus considérable en (II) qu'en (I) cela s'explique aisément par le fait que le terreau a constamment dégagé du gaz carbonique dans les tubes et que ce gaz s'échappe en partie par le coton qui ferme l'orifice des tubes (I) alors qu'il est tout entier utilisé dans les tubes fermés avec un bouchon de caoutchouc. Dans la série (V) le développement de Mucédinées à partir du tégument de la graine est très abondant et apparaît comme nettement favorisé par la destruction des bactéries du terreau ; il en résulte une production intense de gaz carbonique, qui aboutit à une récolte plus considérable que partout ailleurs.

Mais il peut paraître paradoxal d'observer un poids sec plus considérable pour les plantes cultivées sur du terreau stérilisé (III et IV) que pour celles qui se sont développées sur le terreau n'ayant subi aucun traitement (I et II); ce fait s'explique cependant facilement : le terreau chauffé dans les conditions indiquées dégage encore du gaz carbonique, bien qu'en moindre quantité, que le terreau non stérilisé; d'autre part si les deux traitements à 120° pendant 1 heure n'ont pas empêché toute transformation des matières humiques en gaz carbonique, ils ont par contre tué toutes les Algues vertes qui, dans les séries (I et II), apparaissent très abondantes au bout de quelques jours et utilisent à leur profit une part très appréciable du gaz carbonique dégagé.

Une autre série de cultures a été faite parallèlement aux précédentes avec cette seule différence qu'on utilisait des tubes de plus grande contenance, dans lesquels on introduisait 150 gr. de terreau; les résultats étaient absolument de même ordre que ceux que nous avons indiqués pour les tubes de 300 ^{cm3}, mais tous les rendements étaient augmentés dans la même proportion et ils apparaissaient comme dépendant nettement de la quantité de terreau mise à la disposition des plantes, et cela parce que la quantité de gaz carbonique dégagé est elle-même proportionnelle au poids de terreau; à l'augmentation du poids des plantes correspondait d'ailleurs une formation plus constante de tubercules qui apparaissaient beaucoup plus rarement dans les petits tubes.

Ces premières expériences mettent donc en évidence l'action que l'humus peut exercer sur la végétation par sa production de gaz carbonique et nous retrouvons des résultats tout à fait conformes à ceux que Demoussy (1) a déjà signalés; cet auteur a montré en effet que le rendement en matière fraîche augmente de 60 °/₀ en moyenne quand les plantes sont mises en présence d'une atmosphère chargée de $\frac{15}{10.000}$ de gaz carbonique; il explique de cette façon l'expérience dans laquelle E. Laurent (2) montrait que les récoltes s'abaissent beaucoup dans les cultures à l'air libre sur terreau stérilisé ; l'efficacité de ce rôle du terreau se fait évidemment surtout sentir quand l'atmosphère qui surmonte le sol est dépourvue de toute agitation, comme cela a lieu pour les châssis ou les cloches employées dans la culture maraîchère ; dans ce second cas Demoussy a pu montrer que la teneur en gaz carbonique peut atteindre $\frac{2}{1000}$.

---

(1) Demoussy. C. R. Ac. Sc., 1903, **136**, 325; 1904, **138**, 291; 1904, **139**, 883.

(2) E. Laurent. Bull. Ac. R. Belg., 3ᵉ série, **11**, n° 2.

Les caractères morphologiques présentés par les Radis des différentes séries sont d'ailleurs en rapport avec ce que l'on sait sur l'action du gaz carbonique à cet égard ; les feuilles ont une surface d'autant plus considérable que la quantité de gaz carbonique est elle-même plus grande ; c'est ainsi que les cotylédons des plantes de la série (V) acquièrent une surface 5 fois plus grande que ceux des Radis de la série (III).

De plus les différences qu'on observe entre les caractères anatomiques présentés par les plantes de châssis comparées à celles qui se développent en plein air sont les mêmes que les différences qui apparaissent entre les plantes de nos cultures qui ont à leur disposition les quantités les plus considérables et les plus faibles de gaz carbonique ; j'estime qu'il est inutile de décrire en détail ces modifications pour lesquelles je renvoie au travail de Teodoresco (1).

Mais, pour nous rendre compte de la part qui peut revenir dans le rendement observé en tubes fermés à l'utilisation directe des matières humiques, il est nécessaire d'empêcher tout dégagement de gaz carbonique, ou, si cela est impossible, de tenir compte exactement de celui-ci ; c'est à cette seconde méthode que j'ai été obligé d'avoir recours, car je n'ai pu réussir à obtenir, par un traitement du terreau à 120°, même prolongé pendant 6 heures, la cessation d'une production de gaz carbonique.

J'ai donc, à la suite des expériences précédentes, fait une série de cultures de Radis en tubes tous hermétiquement fermés, contenant du terreau ainsi longuement chauffé à l'autoclave ; d'autre part dix tubes semblables aux précédents, contenant la même quantité de terreau et traités de la même manière, mais non ensemencés, renfermaient un tube à peu près plein d'eau de baryte qui absorbait le gaz carbonique dégagé par le terreau et permettait d'en apprécier la quantité à la fin de l'expérience ; dix autres tubes, abandonnés à eux-mêmes, comme les précédents, pendant tout le temps qu'ont duré les cultures, présentaient un tube à dégagement plongeant dans du mercure et permettaient à la fin de l'expérience d'effectuer des prises de l'atmosphère interne ; il suffisait pour cela de placer le tube dont on voulait extraire du gaz sous une cloche dans laquelle on déterminait à la trompe une diminution de pression ; par l'analyse centésimale de l'atmosphère des tubes et par le jaugeage de ceux-ci, on pouvait également évaluer la quantité de gaz carbonique dégagé à l'intérieur de chacun des tubes.

---

(1) Teodoresco. *Influence de l'acide carbonique sur la forme et la structure des végétaux*. Rev. gén. Bot., 1899, **11**, 445.

Il résulte de ces analyses que le poids de gaz carbonique dégagé dans chacun des tubes était très sensiblement constant et correspondait, pour la durée des expériences qui a été de 23 jours, à un poids de carbone de 8^{mgr} ; en adoptant ce nombre pour toutes les cultures l'erreur maxima commise est d'environ 1^{mgr}.

Le poids moyen des Radis obtenus dans ces cultures et desséchés à 105° était de 26^{mgr},3 ; l'analyse élémentaire, conduite au seul point de vue du carbone et opérée avec un poids voisin de 0^{gr},5 de matière sèche donnait un poids moyen de 11^{mgr},7 de carbone pour chaque plante. Si on retranche de ce dernier poids la somme des poids de carbone contenus dans la plantule (4^{mgr},8) et dans le gaz carbonique assimilé (8^{mgr}) on a pour différence 11,7 — (4,8 + 8) = — 1^{mgr},1, alors qu'on s'est assuré qu'au moment de la récolte, qui avait lieu vers 4 heures du soir, il ne restait pas de gaz carbonique libre dans l'atmosphère du tube ; cette différence est précisément de l'ordre de l'incertitude qui pèse sur la quantité de gaz carbonique dégagé dans les différents tubes.

Une autre série d'expériences, faites dans des conditions identiques, à une autre époque, mais ayant duré 30 jours, a fourni des Radis dont le poids sec moyen était de 41^{mgr},8 correspondants, d'après l'analyse élémentaire de ces matériaux, à 19^{mgr},3 de carbone ; la quantité de carbone provenant du gaz carbonique dégagé a été de 13^{mgr},1 à 1^{mgr} près ; la différence 19,3 — (4,8 + 13,1) = + 1^{mgr},4 est positive cette fois, mais ne s'éloigne pas sensiblement de la limite d'erreur signalée.

Ces résultats permettent donc de conclure que, si des matières humiques sont absorbées et assimilées directement par les plantes vertes ce n'est que d'une manière tout à fait insignifiante. Mais il eût été intéressant de se débarrasser de la cause d'erreur qui subsiste dans les expériences précédentes ; j'ai pensé que le dégagement de gaz carbonique pouvait être dû à une stérilisation incomplète du terreau, provenant par exemple de ce que celui-ci comprend des parties compactes, mauvaises conductrices de la chaleur ; j'ai cherché à refaire des cultures analogues aux précédentes, mais en prenant comme substratum de la ponce calcinée et imbibée d'un liquide tenant en suspension les plus fines particules d'humus contenues dans le terreau. A cet effet du terreau tamisé a été mis à digérer dans de l'eau où il était malaxé et fréquemment agité ; on laissait ensuite déposer, on enlevait toutes les matières qui surnageaient (brindilles, paille...) et le liquide supérieur qui ne contenait en suspension que les parties les plus ténues était passé à travers un tamis constitué sur une très fine toile métallique. Ce liquide noir était réparti dans des ballons et stérilisé pendant 1 heure à 120°, puis une seconde fois dans les mêmes conditions 48 heures après ; il était alors réparti aseptiquement et uniformément dans les tubes stérilisés contenant de la ponce, puis chauffé à nouveau pendant le même temps et à la même température. Des essais bactériologiques, dans des conditions aérobies et anaérobies et sur des milieux variés, ont toujours donné des résultats négatifs.

Une centaine de ces tubes ont été ensemencés avec des graines de Radis, les unes stérilisées, les autres n'ayant subi aucun traitement antiseptique : comme dans les séries précédentes des tubes ont été conservés sans être ensemencés et tous ont été fermés hermétiquement par des bouchons en caoutchouc stérilisés. On pouvait penser que cette fois on n'observerait plus de dégagement de gaz carbonique et que la légère cause d'incertitude qui existait précédemment aurait ainsi disparu ; or, au bout de 48 jours, j'ai constaté qu'il s'était encore produit dans chacun des tubes environ $5^{cm^3},7$ de gaz carbonique, correspondant à $2^{mgr},83$ de carbone ; la quantité est plus faible que précédemment, pour un temps plus long, mais la quantité de liquide introduite dans chaque tube correspondait à un poids également moindre d'humus que dans mes premières expériences. Il est vraiment difficile d'admettre que, dans les conditions qui ont présidé à la stérilisation, des bactéries aient pu échapper à la destruction ; il faudrait de plus que ces bactéries fussent incapables de se développer dans les divers milieux qui ont servi pour les essais d'ensemencement; et il devient plus raisonnable de penser que nous sommes en présence d'une simple oxydation de l'humus, sans intervention de phénomène biologique.

Mon espoir de n'avoir pas à tenir compte d'un dégagement de gaz carbonique dans les tubes a donc été déçu et je n'ai pu que constater que les résultats obtenus dans ces nouvelles cultures de Radis ne font que confirmer les précédents. Dans les tubes où ont été introduites les graines non stérilisées on observait des plantes à larges feuilles, dont le poids sec moyen était de 29^{mgr}; dans le cas des tubes ensemencés aseptiquement les plantes obtenues avaient au contraire de petites feuilles, assez semblables à celles qui se développent en l'absence de tout carbone assimilable; leur poids sec n'atteignait que $15^{mgr},7$; ce nombre représente exactement la somme du poids sec moyen de graines employées ($9^{mgr},5$) et de la matière sèche qui peut provenir de l'assimilation des $2^{mgr},83$ de carbone contenu dans le gaz dégagé; si on admet, en effet, d'après la moyenne des résultats antérieurs, que la matière sèche des Radis contient 45 °/₀ de carbone, ce second nombre est égal à $6^{mgr},29$, ce qui donne à priori pour le poids sec des plantes $9,5 + 6,29 = 15^{mgr},79$; c'est le nombre obtenu directement.

De tout ce qui précède nous devons conclure que l'humus ne peut être considéré comme une source directe appréciable de carbone pour les plantes vertes, et qu'il n'intervient, en ce qui concerne la nutrition carbonée, que par le gaz carbonique qu'il dégage constamment; ce gaz résulte à la fois d'une simple oxydation et d'une fermentation réalisée par divers microorganismes.

NOTES GÉNÉRALES

SUR

L'ÉTUDE ANATOMIQUE DES ESPÈCES MALGACHES DU GENRE *CROTALARIA*

par A. LACOSTE.

I. — INTRODUCTION

Le genre *Crotalaria* appartient à la grande famille des Papilionacées et à la tribu des Génistées. Il compte près de trois cents espèces : ce sont des herbes, des demi-arbrisseaux ou des arbrisseaux indigènes des régions tropicales et subtropicales des deux hémisphères.

« Ce genre est caractérisé : 1° par l'androcée dont les étamines, « plus ou moins longuement soudées par les filets en un tube fendu « suivant une génératrice, présentent des anthères alternativement « courtes dorsifixes et longues basifixes ; 2° par l'ovaire dont le « style est brusquement coudé à angle droit au-dessus de son « point d'insertion et barbu sur la face interne au-dessous du stig- « mate ; 3° par le fruit, le plus souvent renflé, vésiculeux ; 4° par la « graine sans caroncule ; 5° enfin par les feuilles simples ou compo- « sées palmées, jamais pourvues de vrilles. »

« Les fleurs sont généralement réunies en grappes plus ou moins denses (1). »

---

(1) René Viguier et Henry Humbert. — *Bulletin Société Botanique de France :* Sur le *Crotalaria ibityensis* nov. sp. de Madagascar.

A ces caractères, nous ajouterons ceux signalés par M. Grandidier : « Réceptacle creusé en forme de cupule. Calice à cinq divi-
« sions plus ou moins profondes, libres ou unies en deux lèvres
« inégales. Etendard ovale ou oblong ; ailes oblongues généralement
« plus courtes que l'étendard ; carène incurvée et terminée en bec.
« Etamines monadelphes. Ovaire à deux ou plusieurs ovules, sessile
« ou stipité... (1) »

L'anatomie du genre *Crotalaria* a été très peu étudiée. Reinke (in *Pringsheim Iahrb. f. wissensch.* Bot. 30, 1897, page 53) a décrit la structure des feuilles de *Crotalaria Burhia* et Nadelmann celle des graines de *Crotalaria verrucosa.* Winckler, dans son Mémoire (*Beitrage zu vergleichenden anatomie der gattungen* Crotalaria *und* Prioritropis), a étudié les feuilles de cent trente espèces de *Crotalaria* originaires de contrées diverses.

Dans ce travail, il est exclusivement question des espèces de Madagascar. J'ai eu à ma disposition dix-huit échantillons d'herbiers, échantillons provenant soit des récoltes rapportées de Madagascar par MM. Viguier et Humbert, soit des collections du Muséum d'Histoire Naturelle de Paris. Ces dix-huit espèces constituent à peu près toute la flore malgache du genre *Crotalaria.* Pour chacune d'elles, j'ai étudié la tige, le pétiole, le limbe de la feuille. Toutefois, je ne décris pas ici les variations de ces trois éléments d'une espèce à l'autre. Je me borne aux observations d'ordre général, réservant la monographie de chaque espèce pour un travail plus complet sur les Papilionacées de Madagascar.

II. — RÉSUMÉ DE LA CLASSIFICATION MORPHOLOGIQUE.

Avant de commencer la description des caractères anatomiques généraux des *Crotalaria* de Madagascar, je crois intéressant de rappeler la classification proposée par M. Grandidier.

---

(1) Grandidier. — *Histoire physique, naturelle et politique de Madagascar,* volume XXX.

- **Une seule foliole**
  - **Gousse glabre**
    - **Stipules petites**........ *C. retusa.*
    - **Stipules grandes**........ *C. sericea.*
  - **Gousse pubescente même à maturité**
    - **Stipules grandes**........ *C. verrucosa.*
    - **Stipules petites**........ *C. fulva.*
- **Trois folioles**
  - **Stipules aussi grandes ou plus grandes que les folioles**........ *C. xanthoclada.*
  - — **étroites, filiformes**........ *C. incana.*
  - — **sétacées**........ *C. senegalensis.*
  - **Stipules petites caduques ou même nulles.**
    - **Plantes non épineuses**
      - **Inflorescences allongées.**
        - **Folioles glabres ou à peine pubescentes**
          - **10 fleurs et plus.**
            - **Folioles obovales**.. *C. striata.*
            - — **lancéolées.** *C. Pervillei.*
            - — **linéaires**.. *C. lanceolata.*
          - **8 fleurs au plus**........ *C. lævigata.*
        - **Folioles pubescentes en dessous**
          - **Gousse disperme**........ *C. uncinella.*
          - **Gousse polysperme.**
            - **Arbuste.** *C. cytisoides.*
            - **Herbe.** *C. emirnensis.*
      - **Pédoncules pauciflores.**
        - **Plantes soyeuses**
          - **Folioles obovales-oblongues.** *C. Catati.*
          - — **linéaires-lancéolées.** *C. diosmæfolia.*
        - **Plante glabre ; fleurs grandes**........ *C. Grevei.*
      - **Inflorescence raccourcie**........ *C. ononoides.*
    - **Plante épineuse**........ *C. spinosa.*
- **Cinq folioles**........ *C. quinquefolia.*

Il semble bien que la séparation de certaines espèces doive se présenter comme extrêmement délicate, les différences morphologiques de ces espèces restant très vagues. Aussi m'a-t-il paru préférable d'adopter une classification basée sur les caractères anatomiques, classification dont on trouvera l'essai à la fin de ce travail.

Je dois dire que les échantillons de trois espèces de *Crotalaria* malgaches n'ont pu être mis à ma disposition. Ce sont : les *C senegalensis, ononoides, quinquefolia.* En revanche, j'ai étudié le *C. ibityensis,* nouvelle espèce découverte par MM. Viguier et Humbert et qui ne figure pas dans le tableau de M. Grandidier.

III. — TIGE

Les espèces malgaches du genre *Crotalaria*, souvent très différentes au point de vue morphologique, présentent dans la tige une très grande homogénéité. Le caractère le plus constant est la présence d'un anneau de fibres péricycliques lignifiées, anneau tantôt continu, tantôt discontinu. Ce n'est donc pas la tige qui pourra fournir des différences importantes pour distinguer anatomiquement les espèces de ce genre.

La moelle est formée de cellules à parois épaisses et pointillées. Dans la région centrale, ces éléments médullaires sont généralement volumineux (80 µ chez le *C. lanceolata)*; ils sont, au contraire, très petits dans la région marginale. La lignification est fréquente, elle n'est pas constante. Les *C. sericea*, *diosmæfolia*, *spinosa*, *emirnensis*, *retusa*, présentent une moelle restée entièrement cellulosique. Chez le *C. Pervillei*, la lignification ne s'est produite que dans la zone périmédullaire.

Avec le *C. fulva*, nous voyons la lignine augmenter progressivement dans la direction centrifuge. Enfin, nous arrivons au type général qui présente une lignification médullaire totale, sauf en certaines plages de faible surface, excentriques, plages aux cellules arrondies et très petites. Ainsi, dans les *C. uncinella*, *verrucosa*, *ibityensis*, *striata*, *Catati*, *lævigata*, *lanceolata*, *xanthoclada*. Le *C. Grevei* n'offre plus que des îlôts cellulosiques extrêmement réduits, et ces îlôts semblent disparaître chez le *C. cytisoides*.

La région du bois occupe, dans le plus grand nombre des cas, la majeure partie de la coupe. Les vaisseaux (spiralés, doublement spiralés, ponctués) présentent chacun une grande lumière. Les rayons médullaires sont entièrement lignifiés. L'alignement des cellules y est régulier, presque géométrique chez le *C. Pervillei*. La largeur de ces rayons médullaires est très réduite; elle est souvent du même ordre de grandeur que l'ouverture des gros vaisseaux, comme le montre le tableau suivant :

	Diamètre des vaisseaux du bois :	Largeur des rayons médullaires :
C. retusa	75 µ	75 µ
» *cytisoides*	25 µ	90 µ
» *spinosa*	50 µ	100 µ
» *ibityensis*	30 µ	25 µ
» *verrucosa*	45 µ	50 µ

Le liber ne présente aucune modification intéressante. En général les cellules libériennes ont subi une forte déformation.

La présence de fibres péricycliques est constante dans les dix-huit espèces que j'ai étudiées, mais la richesse en fibres varie d'une espèce à l'autre : tantôt ce sont des îlôts plus ou moins étendus, tantôt c'est une couronne plus ou moins parfaite, plus ou moins large.

Fibres formant des ilôts :	Fibres formant une couronne presque continue :	Fibres formant une couronne continue :
C. retusa.		
» *xanthoclada.*	*C. fulva.*	*C. lanceolata.*
» *cytisoides.*	» *striata.*	» *Grevei.*
» *ibityensis.*	» *Catati.*	» *incana.*
» *diosmæfolia.*		» *sericea.*
» *emirnensis.*		» *Pervillei.*
» *lævigata.*		
» *verrucosa.*		
» *spinosa.*		
» *uncinella.*		

L'endoderme toujours très visible se compose de cellules aux parois légèrement ondulées, allongées dans la direction circulaire. Cet allongement apparaît surtout dans le *C. verrucosa.*

L'écorce est d'épaisseur très variable, sans toutefois atteindre un grand développement. Le nombre des assises oscille habituellement de deux à quatre. D'une façon générale, les cellules ont la forme polyédrique normale : cependant chez le *C. fulva* elles ont une section transversale sensiblement circulaire. Chez le *C. emirnensis* elles se distinguent par leur faible adhérence. Chez le *C. sericea* nous rencontrons des plages corticales dont les parois des cellules ont pris une rigidité spéciale. Les *C. Catati* et *diosmæfolia* renferment, dans leur tissu cortical, des cristaux d'oxalate de chaux.

Dans trois espèces : *C. verrucosa, Grevei, fulva,* l'assise sous-épidermique se met en relief par la forme nettement rectangulaire de la section transversale de ses cellules.

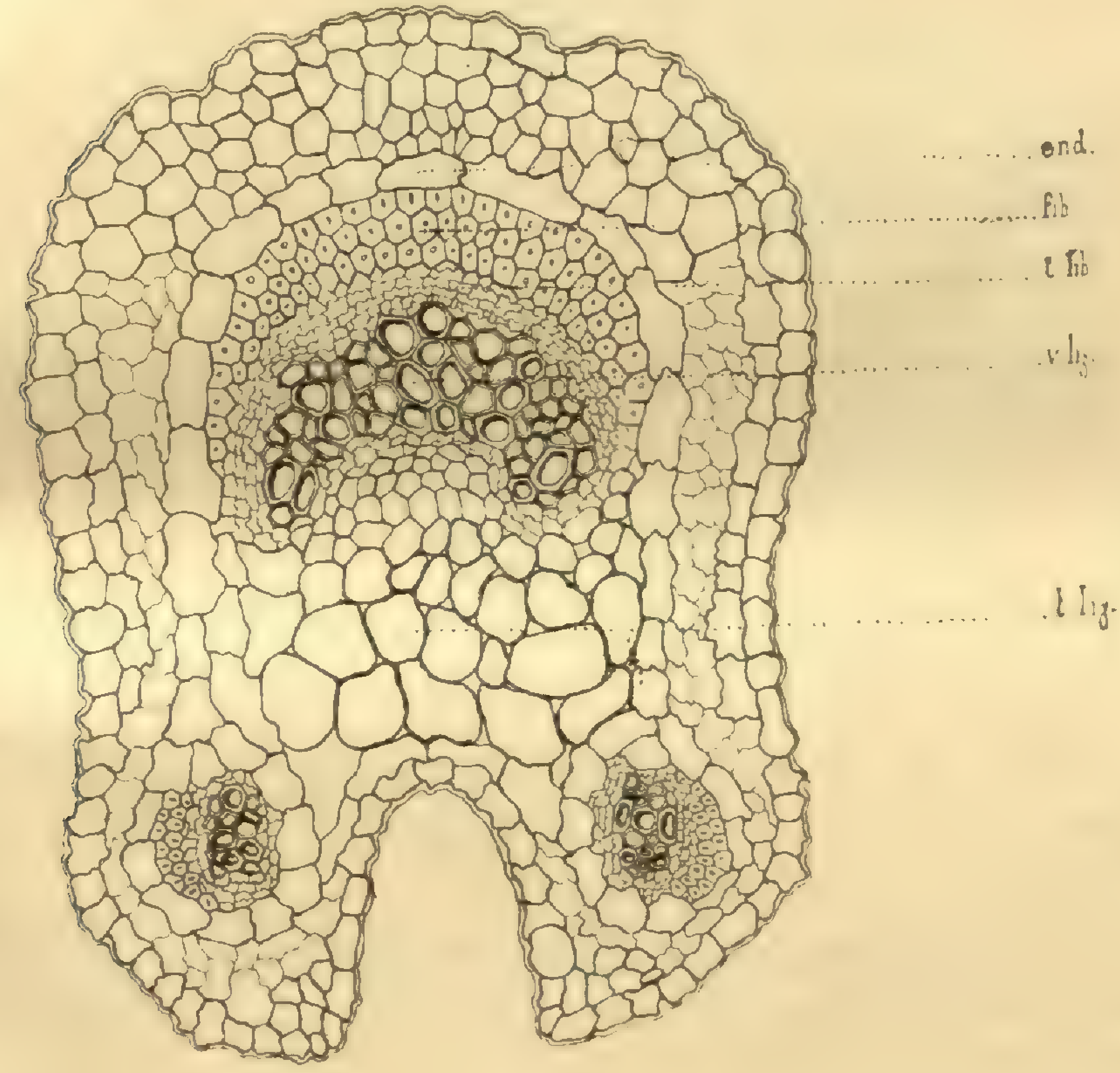
L'épiderme se présente constamment comme net et résistant. Dans les *C. verrucosa* et *Pervillei,* les cellules ont une section transversale rectangulaire très accusée, le rectangle étant plus allongé dans la dernière espèce ; dans le *C. Grevei* la section affecte la forme carrée. Chez le *C. emirnensis* la ligne épidermique est très plissée, ces plissements augmentant d'amplitude chez le *C. sericea* où ils donnent, par endroits, l'impression de pseudo-poils. — Dans le *C. Catati* chaque cellule de l'épiderme se renfle, extérieurement, en un prolongement formant papille. — La plupart des espèces présentent des poils tricellulaires plus ou moins nombreux.

La cuticule, habituellement finement dentée, prend un développement assez considérable dans les *C. ibityensis* et *diosmæfolia* ; chez le *C. Pervillei* elle atteint une épaisseur de 5 μ .

Je n'ai rencontré des lenticelles que dans une espèce, le *C. verrucosa.*

IV. — PÉTIOLE

Le pétiole présente des dimensions très variables d'une espèce à l'autre. Pour les Crotalaria unifoliés, il est sensiblement nul chez le *C. fulva*, il mesure 3 millimètres chez les *C. retusa*, *sericea*, 5 millimètres chez le *C. verrucosa*. Dans les *Crotalaria* trifoliolés, le pétiole est très court chez les *C. spinosa*, *emirnensis* où il n'a que 5 millimètres; moyen chez les *C. ibityensis*, *lævigata* (où il mesure 15 millimètres), *uncinella* et *lanceolata* (où on compte 20 millimètres); long chez les *C. striata*, *incana*, *Pervillei*, *Grevei* (où il varie de 45 à 60 millimètres).



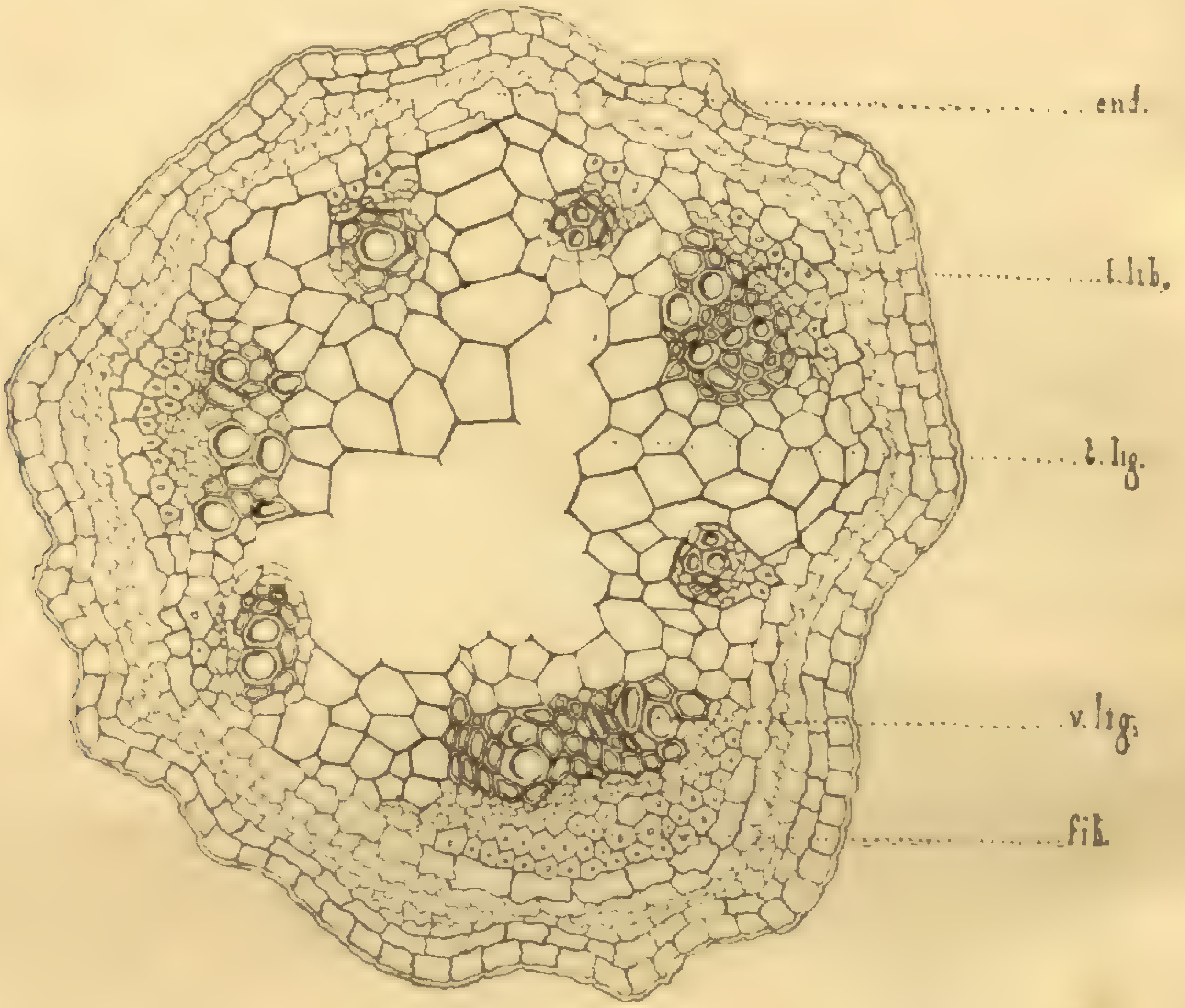
TYPE I

(Les faisceaux ligneux sont disposés suivant un arc)

Pétiole de *Crotalaria cytisoides*. — *end.*, endoderme; *fib.*, fibres; *t. lib.*, tissu libérien; *v. lig.*, vaisseaux du bois; *t. lig.*, tissu lignifié.

L'étude anatomique permet de classer les *Crotalaria* de Madagascar que j'ai étudiés en deux séries : *Type I*, ceux dont les faisceaux ligneux sont disposés en croissant; *Type II*, ceux où ils sont placés selon un cercle. La symétrie bilatérale par rapport à un plan se trouve d'ailleurs nettement accusée dans les deux cas.

Chez les *C. sericea, fulva, retusa*, les faisceaux ligneux semblent noyés dans une masse de parenchyme. Dans les autres espèces, on peut distinguer des régions plus ou moins analogues aux diverses régions de la tige.



TYPE II

(Les faisceaux ligneux sont disposés suivant un cercle)

Pétiole de *Crotalaria Pervillei.* — *end.*, endoderme ; *fib.*, fibres ; *t. lib.*, tissu libérien ; *v. lig.*, vaisseaux du bois : *t. lig.*, tissu lignifié.

Les deux types de pétiole serviront de point de départ à la distinction anatomique des *Crotalaria* malgaches.

V. — LIMBE

Les *Crotolaria* de Madagascar ont des feuilles de longueurs très variées. Citons quelques exemples de longueurs moyennes :

C. emirnensis	4 mm.
» *spinosa*	5-10 mm.
» *xanthoclada*	7 mm.
» *striata*	50 mm.
» *Pervillei*	90 mm.
» *fulva*	110 mm.

Les feuilles sont simples chez les *C. verrucosa*, *fulva*, *sericea*, *retusa*. Elles sont trifoliolées dans les autres espèces. Les folioles présentent tous les passages de la forme ovale à la forme lancéolée.

Le limbe de la plupart des *Crotalaria* est employé (d'après Rosenthal et Dragendorff, cités par Winckler) comme succédané des feuilles de Guimauve, car la membrane intérieure de certaines cellules épidermiques est mucilagineuse. Certains *Crotalaria* sont employés en médecine, d'autres comme légumes, d'autres enfin, comme textiles, à la faveur de la faible hygroscopie de leurs fibres. On en fabrique même du papier.

Anatomiquement, la feuille est caractérisée, en général, par la présence de poils tecteurs tricellulaires, la disposition quelconque des stomates, l'absence de gros cristaux isolés, de cellules sécrétrices, de poils glanduleux et de tissu lacuneux.

Les cellules palissadiques sont plissées en accordéon, ce qui indique une accumulation d'eau.

Les cellules épidermiques ont leurs parois extérieures tantôt cintrées, tantôt terminées en papilles comme dans les *C. Catati* et *lævigata;* mais la principale caractéristique est leur curieux développement, développement atteignant d'ailleurs toujours son maximum dans l'épiderme supérieur. Toutes les cellules d'un même épiderme, quoique de grandes dimensions, ne présentent pas un type uniforme et régulier. Certaines d'entre elles montrent un développement excessif relativement à leurs voisines : ce sont des cellules à mucilage. Le tableau suivant donne, pour quelques espèces, la dimension de ces cellules, prise perpendiculairement à la direction tangentielle :

C. Catati	40 µ
» *Pervillei*	43 µ
» *ibityensis*	63 µ
» *sericea*	100 µ
» *retusa*	133 µ

Ces cellules à mucilage se trouvent, habituellement, sur l'épiderme aux deux faces de la feuille, quelquefois dans l'épiderme de la face supérieure seul, jamais uniquement dans l'épiderme de la face inférieure. Ces cellules pénètrent dans le mésophylle de la feuille à la manière d'un sac, parfois si profondément qu'elles rejoignent presque les cellules de l'épiderme de la face inférieure : ainsi dans *C. retusa*. — Vu de l'extérieur, l'épiderme ne laisse pas soupçonner de telles dimensions : il arrive même que ces cellules géantes présentent une aire épidermique inférieure à celle de leurs voisines.

Les stomates sont généralement nombreux sur les deux faces. Quelques exemples :

	Face supérieure :	Face inférieure :
C. xanthoclada.........	114 par m. m.^{2}.......	190 par m. m.^{2}.
» *fulva*...............	152 »	300 »
» *lanceolata*.........	300 »	500 »
» *verrucosa*..........	130 »	130 »

Quelquefois on ne trouve de stomates que sur la face inférieure :

	Face inférieure seule :
C. lævigata.............	171 par m. m.^{2}
» *Grevei*...............	228 »
» *incana*................	378 »
» *cytisoides*...........	400 »

L'ouverture des stomates est variable.

	Plus grand diamètre de l'ostiole :
C. Grevei...............	12 µ
» *Catati*.................	14 µ
» *lanceolata*...........	15 µ
» *fulva*.................	20 µ
» *lævigata*.............	22 µ

D'une manière à peu près générale, les stomates se trouvent au niveau de l'épiderme ; parfois, cependant, on les rencontre dans un plan légèrement inférieur. — Les cellules annexes des stomates sont généralement au nombre de trois, présentant des dimensions différentes : deux sont égales, la troisième est plus petite.

Le mésophylle ne montre pas d'intéressantes variations. Le type symétrique (tissu palissadique sur les deux faces) ne se rencontre que chez les *C. diosmæfolia* et *spinosa*. Dans les autres cas, nous trouvons le type dissymétrique. Le tissu palissadique est formé tantôt d'une seule assise par exemple dans le *C. lanceolata*, tantôt de deux assises (c'est le cas habituel), tantôt de trois assises comme chez le *C. fulva*. D'ailleurs la forme des cellules en palissade est très variable, soit courte et large, soit longue et étroite.

Les nervures médianes et les grosses nervures latérales présentent toujours un système vasculaire et fibreux entouré d'un cercle de cellules de parenchyme à très grandes dimensions Ce cercle arrive même, comme chez le *C. spinosa*, à prendre contact avec les deux épidermes.

Les cristaux d'oxalate de calcium sont fréquents et nombreux. Ils revêtent des formes variées mais toujours très réduites.

Les poils se rencontrent tantôt sur les deux faces de la feuille : *C. diosmæfolia*, *C. lanceolata*, *C. verrucosa* ; tantôt sur la seule face inférieure : *C. xanthoclada*, *C. cytisoides*, *C. incana*. Ces poils sont formés de trois cellules superposées : celle de la base est en forme de bouteille ; la deuxième, élargie ; la dernière, longue et effilée.

Un certain nombre d'espèces laissent voir dans le mésophylle de petits corps irrégulièrement dispersés. L'état des feuilles ne m'a pas permis l'analyse microchimique. Ce sont là, sans doute, des grains d'indigo résultant de l'oxydation, sous l'influence de l'air, du glucoside « indican ». Greshoff en a indiqué la présence dans le *C. retusa*, Molish dans le *C. incana*. Winckler les a aussi observés dans un certain nombre de coupes traitées par le chloroforme.

VI. — Fruit

La gousse des *Crotalaria* ne revêt pas un aspect uniforme dans tout le genre. Elle est :

Sphérique	chez le *C. uncinella.*
Cylindrique	chez les *C. incana, lanceolata, retusa.*
Pisiforme, mais un peu cylindrique	chez le *C. Grevei.*
Ovoïde-oblongue	chez les *C. spinosa, sericea.*
Oblongue	chez les *C. xanthoclada, striata, Pervillei, lævigata, cytisoides, Catati, diosmæfolia.*

En général, la gousse est couverte d'un duvet plus ou moins soyeux. Cependant, dans les *C. verrucosa* et *lanceolata* il n'y a de poils que pendant la jeunesse du fruit, et dans les *C. retusa, xanthoclada, Pervillei, lævigata, Grevei,* la gousse est constamment glabre.

Je n'ai pas eu, en ma possession, de graines de *Crotalaria.* A titre de documentation, je note les remarques de Winckler : graine noire, aplatie sur le côté, embryon recourbé. Sa caractéristique est la présence d'un albumen mucilagineux. Ce tissu est formé de cellules très grosses, polyédriques, très riches en matières grasses et en grains d'aleurone.

Distinction anatomique des espèces de *Crotalaria* de Madagascar

- **Pétiole à faisceaux ligneux disposés en croissant.**
  - Stomates sur une seule face foliaire.
    - Papilles.
      - Une feuille à l'aisselle de chaque rameau .... *C. lævigata.*
      - Pas de feuille .... *C. Catati.*
    - Pas de papilles .... *C. cytisoides.*
  - Stomates sur les deux faces foliaires.
    - Poils sur les deux faces de la feuille.
      - Tissu palissadique unifacial.
        - 3 folioles.
          - Pétiole très court (3 mm.) .... *C. emirnensis.*
          - Pétiole long (15-20 mm.
            - **Stipules** .... *C. ibityensis.*
            - Pas de stipules.
              - Fruit isolé. Herbe .... *C. lanceolata.*
              - Fruit en massue. Arbrisseau .... *C. uncinella.*
        - Feuille simple.
          - Pétiole à section semi-circulaire .... *C. fulva.*
          - — — **elliptique, festonnée.**
            - Epiderme supér. renfermant quelques tr. grand. cellules. *C. retusa.*
            - Epiderme supér. renfermant cellules moyennes, égales. *C. verrucosa.*
      - Tissu palissadique bifacial.
        - Quelques rameaux transformés en épines .... *C. spinosa.*
        - Aucun — — — .... *C. diosmæfolia.*
    - Poils sur une seule face de la feuille.
      - =Feuille simple .... *C. sericea.*
      - Feuille trifoliolée .... *C. xanthoclada.*
- **Pétiole à faisceaux ligneux disposés en cercle.**
  - Stomates sur 1 face foliaire.
    - Poils nombreux .... *C. Grevei.*
    - Poils très rares.
      - Stipules .... *C. incana.*
      - Pas de stipules .... *C. Pervillei.*
  - Stomates sur les 2 faces foliaires .... *C. striata.*

L'HYBRIDATION ASEXUELLE
OU VARIATION SPÉCIFIQUE
CHEZ LES PLANTES GREFFÉES

par M. Lucien DANIEL.

(Suite.)

Je me suis proposé d'étudier la structure anatomique de ces formes hybrides par rapport aux deux parents, et j'ai examiné les fruits mûrs et les sépales du calice de ces fruits mûrs des hybrides, par comparaison avec les parents et même avec la forme du Néflier de Bronvaux voisine de l'Epine blanche.

Le fruit de l'Epine blanche comprend un épiderme rempli de pigment recouvrant un parenchyme à cellules irrégulières, dont quelques-unes sont elles-mêmes pigmentées. Il n'y a pas de cellules pierreuses, ni de liège sous-épidermique (fig. 6). L'amidon est abondant dans le parenchyme.

Le fruit de Néflier possède un liège épais qui prend la place de l'épiderme exfolié. En dessous le parenchyme, étroit d'abord, grandit ensuite tout en restant irrégulier. Çà et là, il se forme des amas de sclérites plus ou moins volumineux, mais il n'y a pas de cellules à pigment (fig. 7).

Chez le Néflier de Bronvaux, forme voisine de l'Epine blanche, l'épiderme exfolié est remplacé par du liège, dans toutes les parties à couleur de nèfle S'il y a des parties colorées, il y a un épiderme pigmenté avec des cellules colorées çà et là dans la partie correspondante de la chair. Je n'ai observé que de rares sclérites dans les fruits de 1913 (fig. 8), mais il y avait de l'amidon, et de nombreux cristaux en oursin ou prismatiques.

Le *Cratægomespilus Bonnieri* a un fruit (fig. 8, planche 1 en couleurs) qui rappelle complètement la structure du fruit du Néflier normal par son liège et ses sclérites (fig. 9). Il n'y avait pas d'amidon ou à peine.

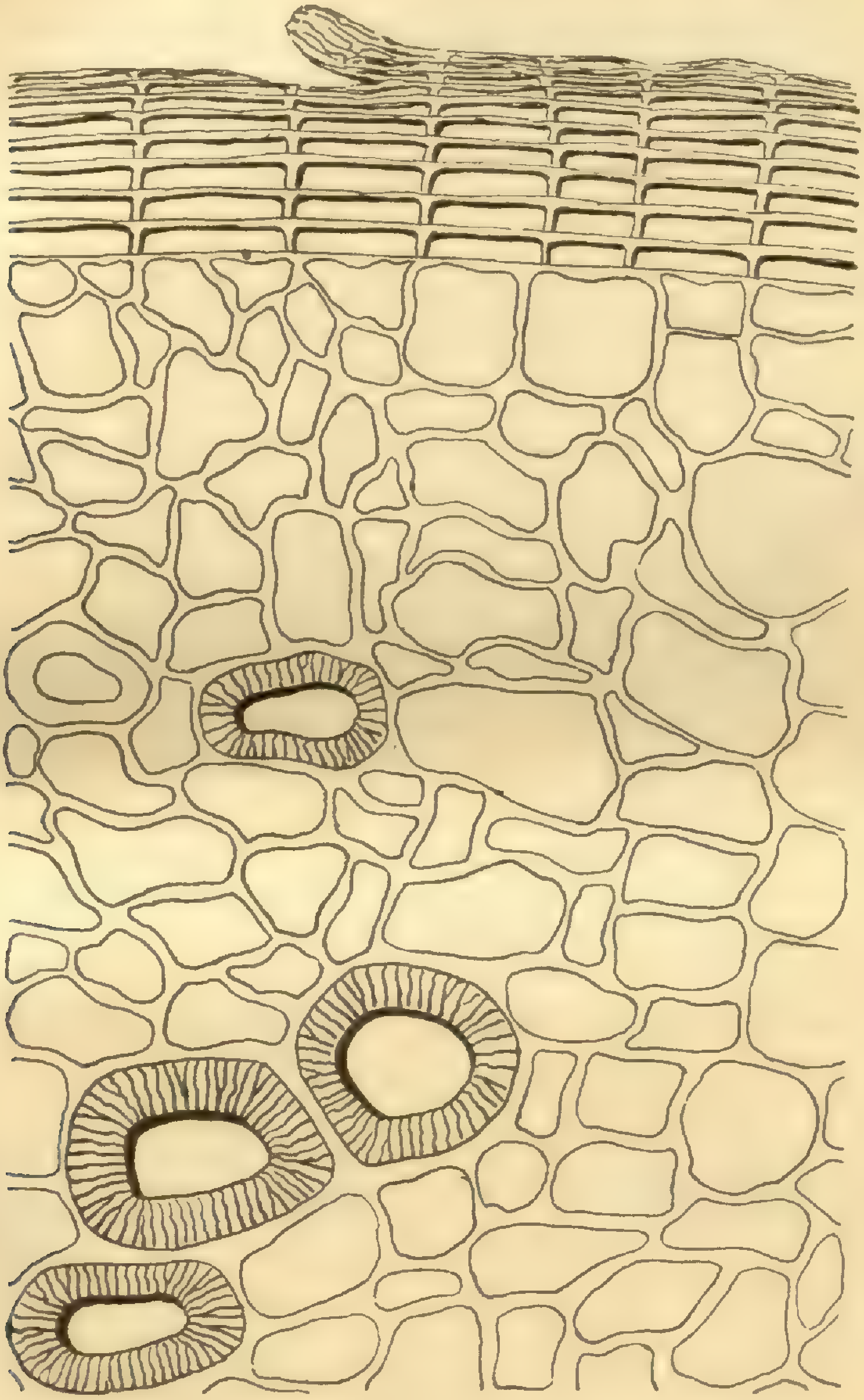


Fig. 9. — Coupe transversale de la portion externe du fruit n° 8 de la planche 1 en couleurs chez le *Cratægomespilus Bonnieri*. Le liège et les sclérites sont analogues à ceux du Néflier normal.

Dans ces fruits hybrides, la structure est en somme une mosaïque de caractères parentaux et l'on ne trouve aucun caractère anatomique nouveau n'existant pas chez les deux parents. Sous ce rapport la structure des sépales est beaucoup plus instructive.

Chez l'Epine blanche, le sépale est à symétrie bilatérale au moins sensiblement. Latéralement on trouve des ailes membraneuses et quelquefois du parenchyme scléreux, soit d'un seul côté, soit des deux côtés à la fois (fig. 10). Les deux épidermes sont inégaux ; le plus développé est celui de la face inférieure (fig. 11) ; l'épaisseur du sépale est assez faible et le sépale est entièrement glabre.

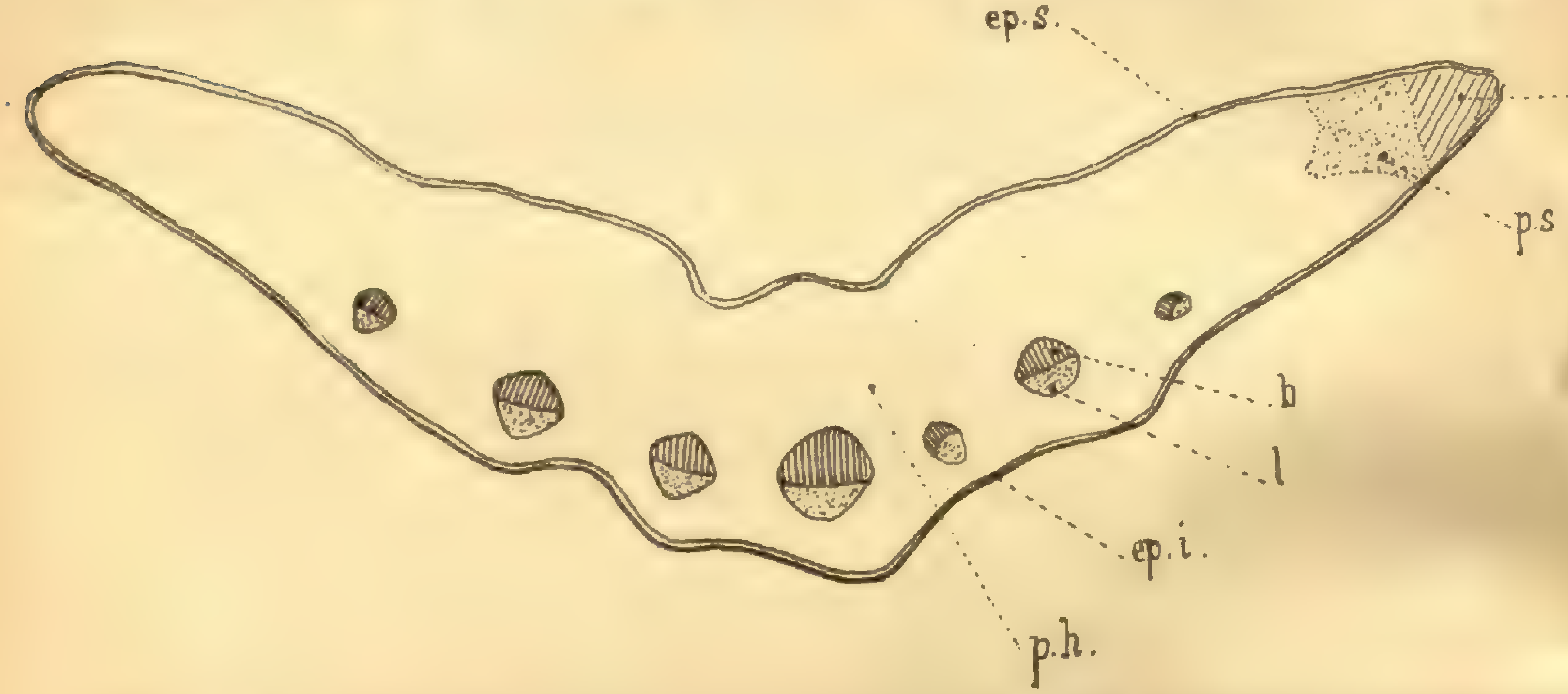


Fig. 10. — Coupe transversale d'un sépale du fruit de l'Épine blanche normale : *ep. s.*, épiderme supérieur ; *ep. i.*, épiderme inférieur ; *b* et *l*, bois et liber des faisceaux libéroligneux ; *p. h.*, parenchyme homogène ; *p. s.*, parenchyme scléreux ; *c. m.*, aile membraneuse.

Nota. — Cette figure a été grossie deux fois plus que les figures correspondantes 12, 14 et 16.

Dans le Néflier à gros fruits, le sépale (fig. 12) est très développé en largeur et d'épaisseur double au moins du précédent. Les ailes scléreuses sont très développées ; l'épiderme porte des poils nombreux ; les faisceaux libéroligneux ont un arc de sclérenchyme à la face inférieure ; le parenchyme homogène contient de nombreux sclérites et il présente un hypoderme collenchymateux ou presque scléreux sous les deux épidermes (fig. 13).

Tandis que les précédents sépales sont à structure symétrique, chez le Néflier de Bronvaux, forme voisine de l'Epine blanche (fig. 14), le sépale était nettement plus développé d'un côté que de l'autre chez les types examinés en 1913. L'épiderme est garni de poils comme chez le Néflier, mais les faisceaux libéroligneux, comme dans l'Épine blanche, n'avaient pas d'arc de sclérenchyme.

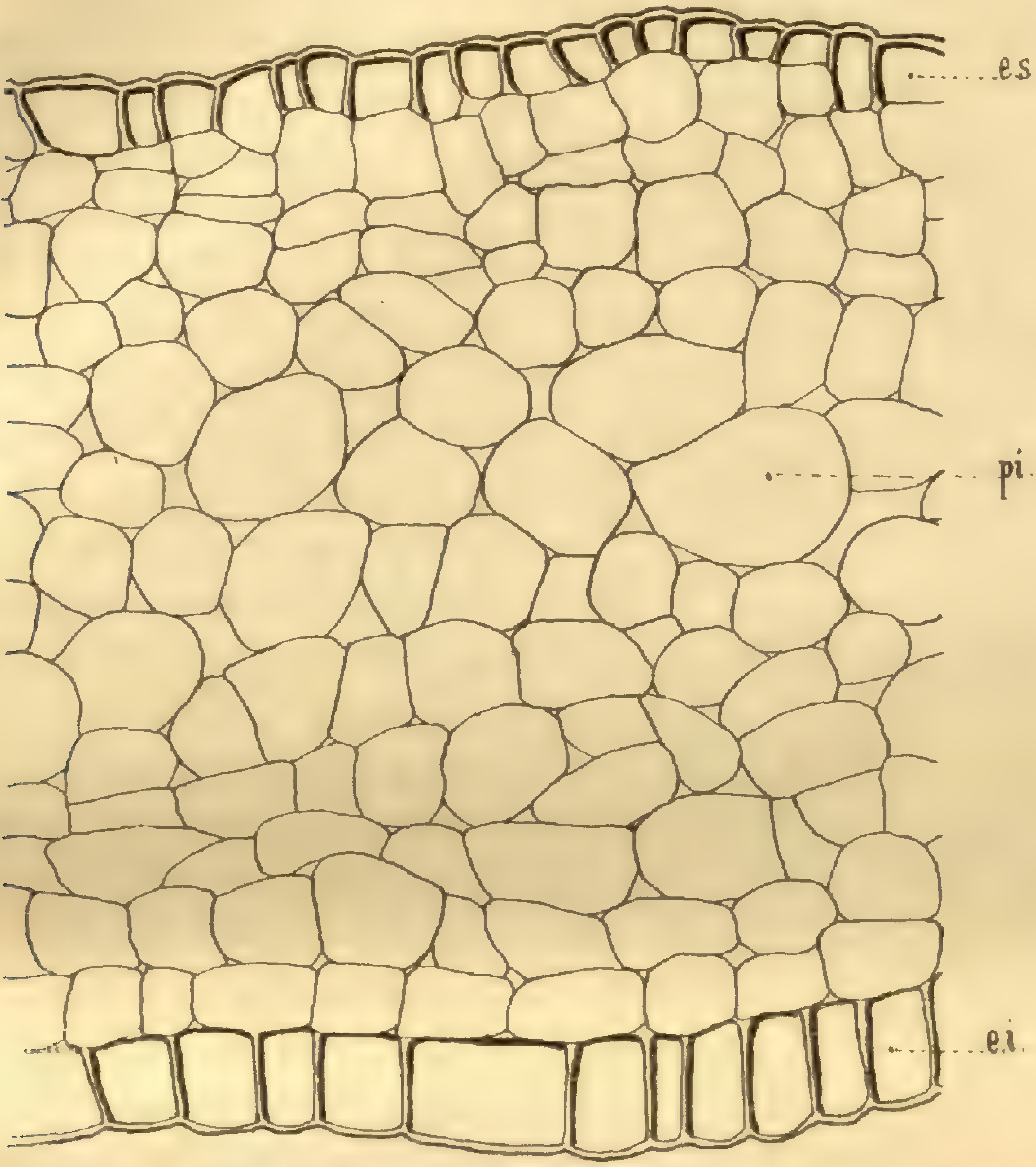


Fig. 11. — Portion grossie de la coupe de la figure 10, montrant l'inégalité des deux épidermes et la forme du parenchyme homogène dépourvu de sclérites. Il n'y a pas de poils.

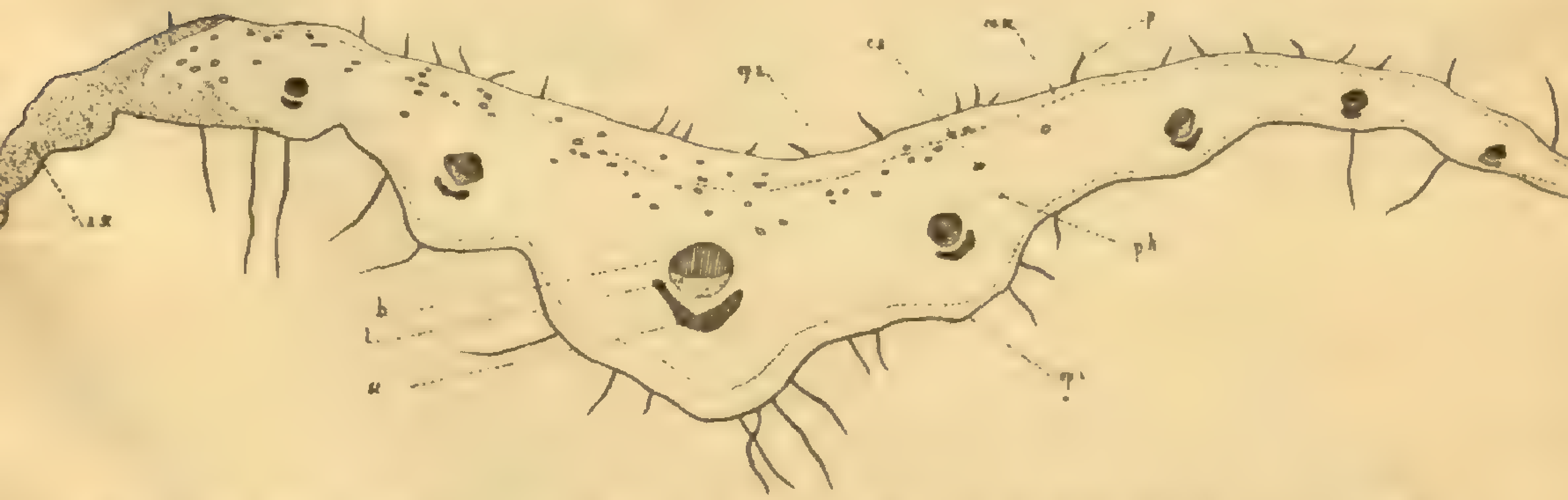


Fig. 12. — Coupe transversale d'un sépale de Néflier à gros fruits : p , poils ; *ep. s.* épiderme supérieur ; *ep. l,* épiderme inférieur ; *p. h.* parenchyme homogène ; *b, l, scl.* bois, liber et sclérenchyme des faisceaux libéroligneux des nervures ; *c. s.* sclérites ; *co, cs,* hypoderme ; *a. sc.,* aile scléreuse.

Le parenchyme homogène ne renfermait pas de sclérites, mais il y avait un hypoderme à peine différencié à la face inférieure (fig. 15) et à la face supérieure. L'épaisseur était sensiblement égale à celle du sépale de l'épine blanche ou plus faible.

Le sépale du *Cratægomespilus Bonnieri* avait la structure la plus intéressante et il se différenciait nettement des autres par sa grande épaisseur et sa forme presque demi-cylindrique à la base (fig. 16). L'épiderme était exfolié en partie et, dans les parties où il persistait, on voyait des poils abondants irrégulièrement disposés. Sur la face inférieure et la face supérieure du sépale on voyait une épaisse couche de liège, interrompue sur les côtés où elle était remplacée par du collenchyme. Le parenchyme était palissadique aux deux faces avec du parenchyme irrégulier au centre ; ce dernier contenait des cellules scléreuses et des îlots de sclérites nombreux (fig. 17 et 18). Les faisceaux libéroligneux avaient un arc de sclérenchyme à leur face inférieure (fig. 16).

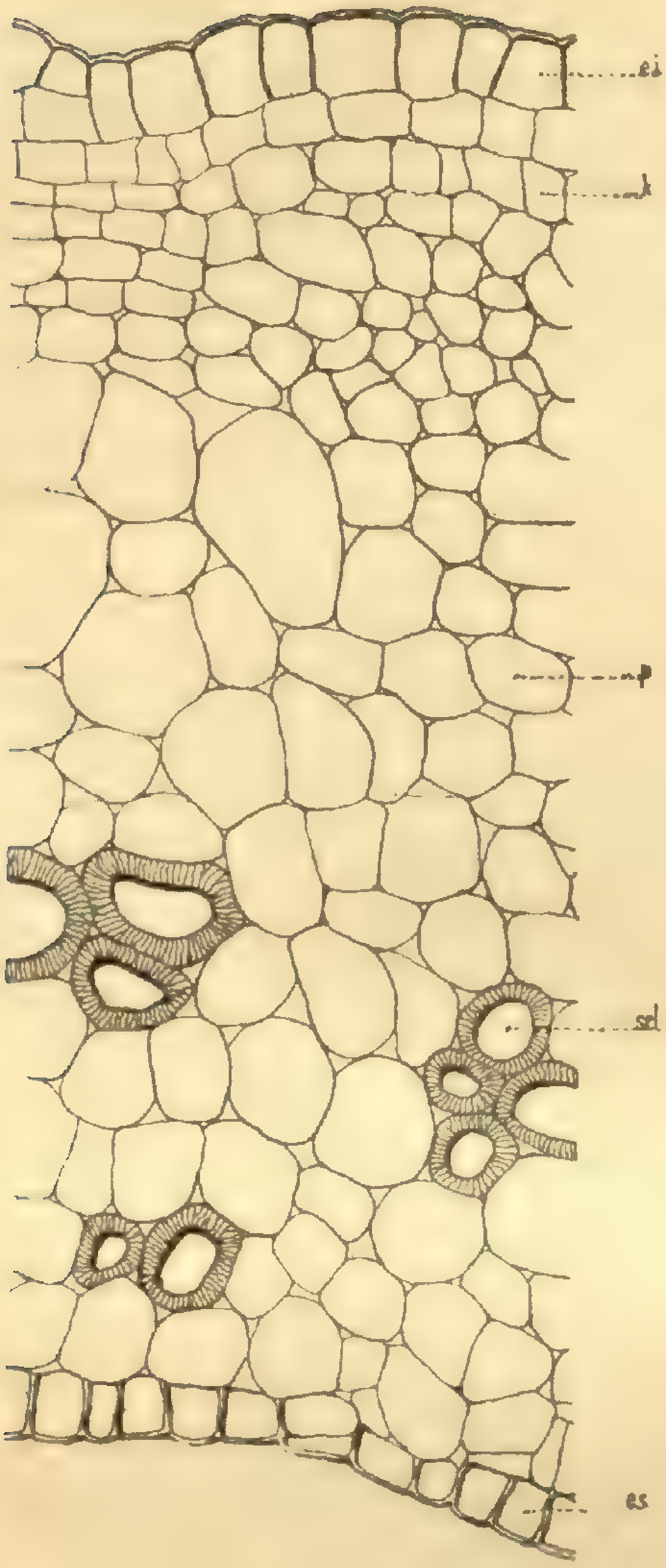


Fig. 13. — Portion grossie, à la même échelle que la figure 11, de la coupe du sépale de la figure 12. Un hypoderme peu différencié se voit à la face inférieure. Il est moins net à la face supérieure dans la partie prise à la chambre claire. *es*, épiderme supérieur ; *scl.*, sclérites ; *p*, parenchyme homogène ; *h*, hypoderme de la face inférieure ; *ei*, épiderme inférieur.

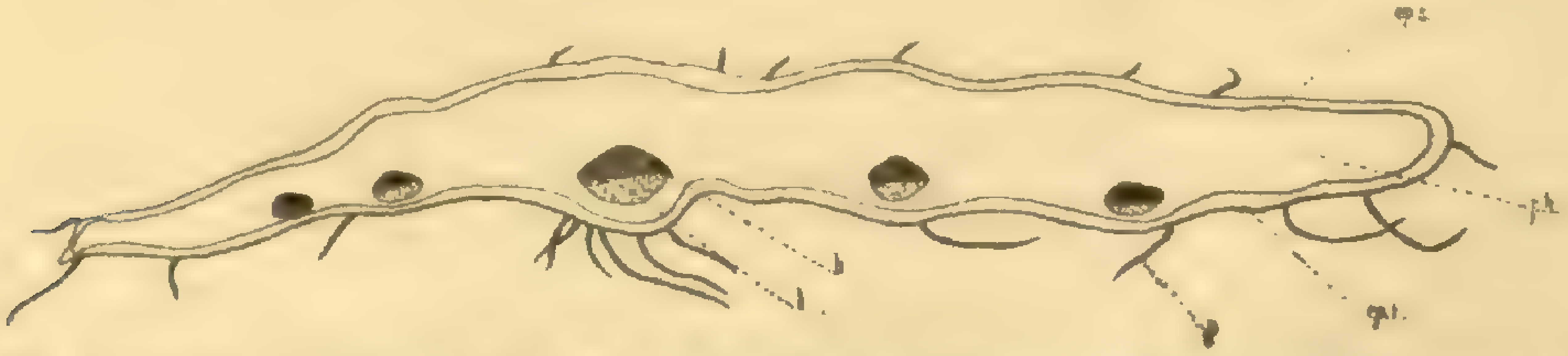


Fig. 14. — Coupe transversale d'un sépale du Néflier de Bronvaux, forme voisine de l'Épine blanche. *ep*, *s*, épiderme supérieur ; *ep. i*, épiderme inférieur ; *p. h*, parenchyme homogène ; *p*, poils. Ce sépale ne présentait pas d'ailes scléreuses.

De l'étude morphologique externe et interne des *Cratægomespilus Bonnieri* et *C. Bruni* se dégagent ces conclusions :

1° Les caractères du fruit et du sépale dans le *Cratægomespilus Bonnieri* ne sont point exclusivement ceux des formes parentes comme l'exigerait la théorie des Chimères de Hans Winkler, mais on observe des caractères nouveaux : fleurs parfois tétramères (1); forme en fuseau du fruit ; courbure centripète des sépales, épaisseur renforcée et forme spéciale de ceux-ci ; présence particulière d'un liège épais et de parenchyme palissadique aux deux faces.

Cela est d'ailleurs conforme à ce que j'ai indiqué depuis long-

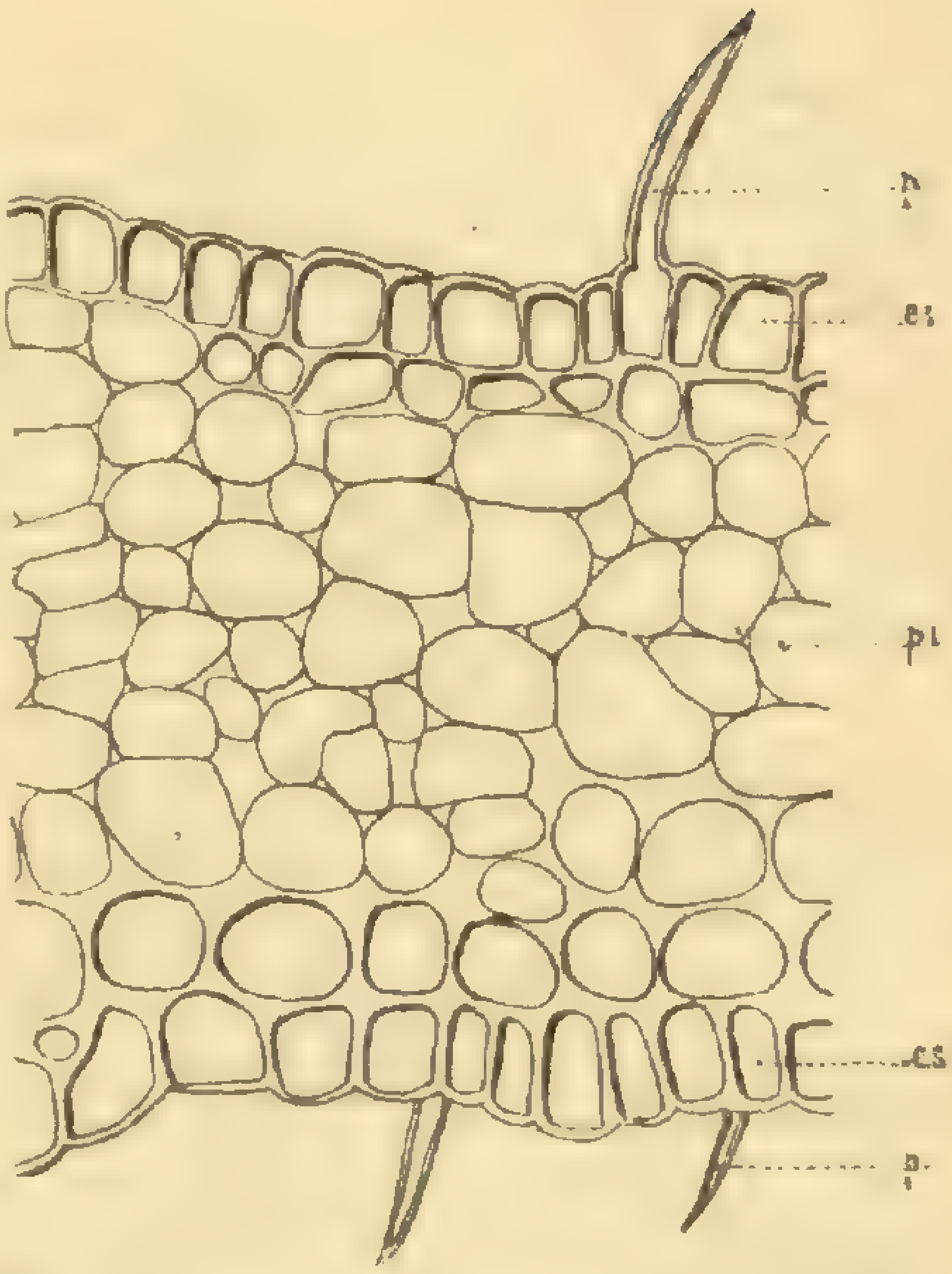


Fig. 15. — Coupe transversale d'un sépale du Néflier de Bronvaux forme voisine de l'Épine blanche, avec des poils *p* sur les deux faces : *es*, épiderme supérieur ; *ei*, épiderme inférieur ; *pi*, parenchyme irrégulier.
Cette coupe est à la même échelle que les figures 11, 13, ainsi que 17 et 18 réunies.

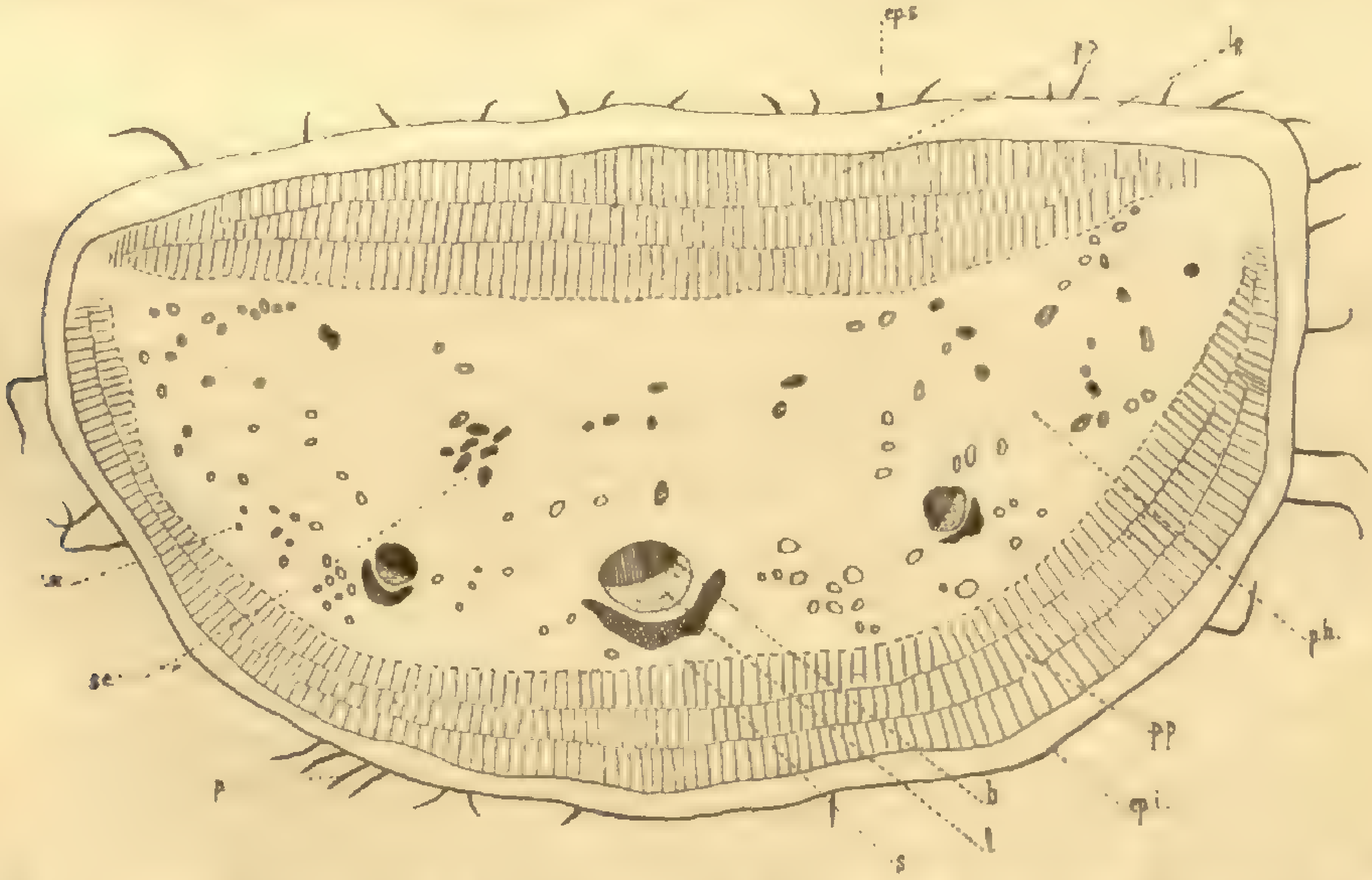


Fig. 16. — Coupe transversale d'un sépale de *Cratægomespilus Bonnieri*. *ep. s.*, épiderme supérieur ; *ep. i* , épiderme inférieur; *p. p.*, parenchyme palissadique ; *lg.*, liège ; *p. h.*, parenchyme homogène ; *b. l. s.*, bois, liber et sclérenchyme des faisceaux libéroligneux ; *sc.*, sclérites épais ; *c. sc.*, cellules scléreuses.

---

(1) J'ai obtenu et figuré des fleurs tétramères et trimères chez le Néflier de Bronvaux dont les variations sont elles-mêmes parfois considérables suivant les années et les conditions de milieu.

temps au sujet de l'apparition de caractères nouveaux chez certains hybrides asexuels.

2° Le *Cratægomespilus Bruni* greffé a bien fait retour en 1913 à l'une des formes parentes, le *Cratægus Oxyacantha*, mais non

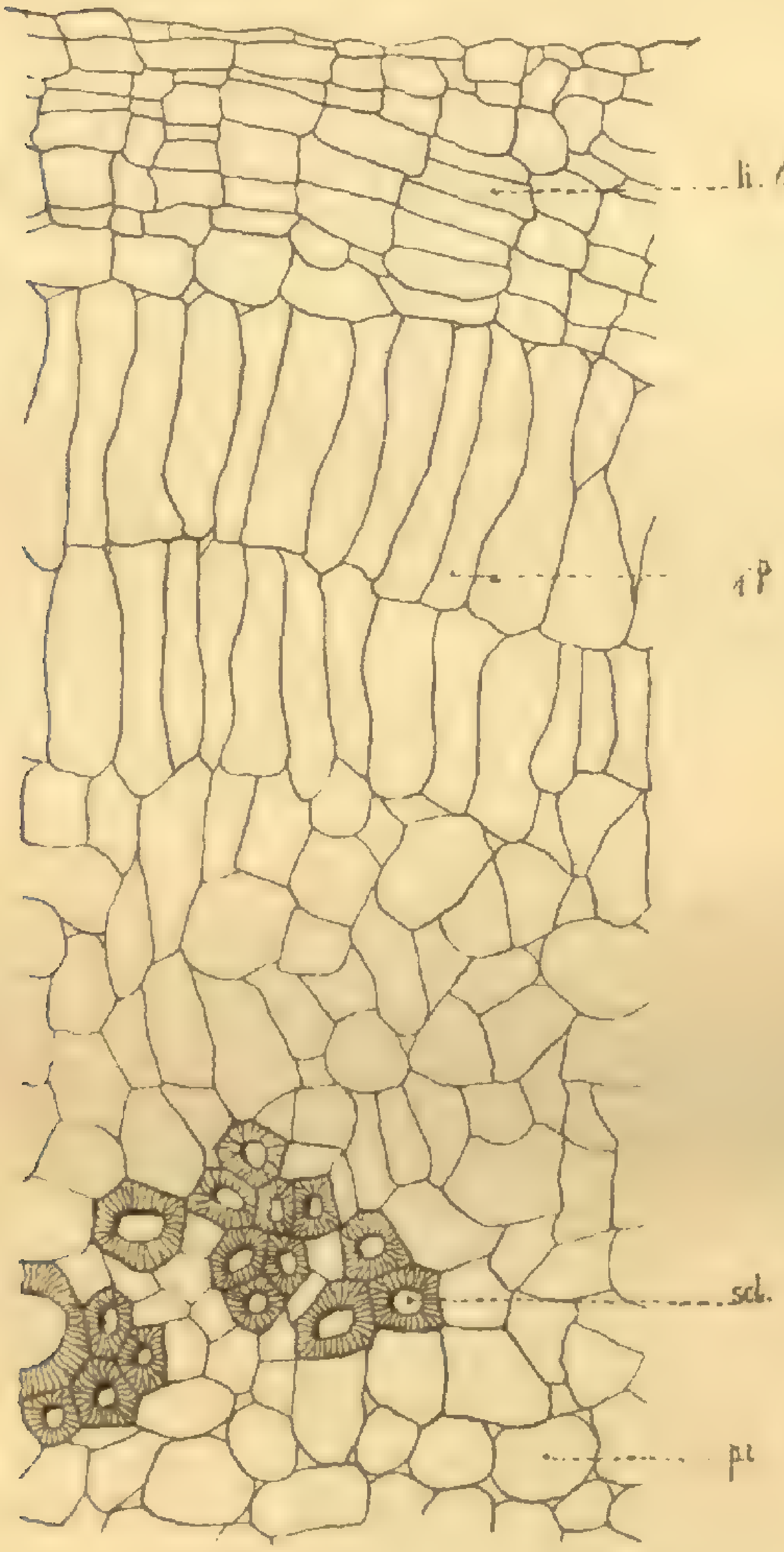


Fig. 17. — Portion inférieure de la coupe d'un sépale de *Cratægomespilus Bonnieri*. *li.*, liège inférieur ; *p.p.*, parenchyme palissadique ; *scl.*, sclérites ; *p. i.*, parenchyme irrégulier plus ou moins arrondi.

Nota. — Les figures 17 et 18, à la même échelle que les figures correspondantes 11, 13 et 15, ne représentent, à elles deux, qu'une partie de l'épaisseur considérable du sépale du *Cratægomespilus Bonnieri* étudié ici.

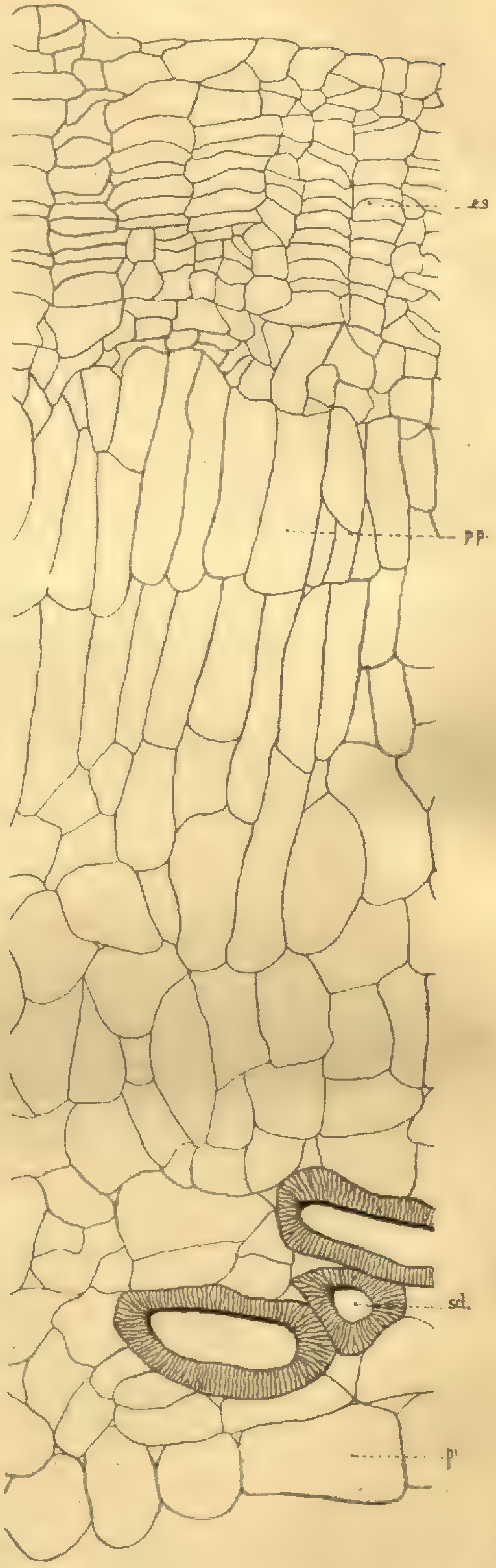


Fig. 18. — Portion supérieure de la coupe d'un sépale de *Cratægomespilus Bonnieri*. *es.*, liège supérieur ; *p.p.*, parenchyme palissadique ; *scl* , cellules scléreuses ; *pi.*, parenchyme irrégulier.

au type primitif pur. En effet, le greffon a donné une variété différente de l'espèce sujet, et bien distincte par la forme et la couleur des feuilles et par une précocité plus grande. Il peut donc se faire, soit un retour au type pur, soit une formation d'une variété nouvelle.

La production de cette variété nouvelle et la présence de caractères nouveaux chez les sépales et les fruits du *Cratægomespilus Bonnieri* sont en opposition avec la conservation intégrale des caractères du génotype, formulée par Hans Winkler et Johannsen.

3° La persistance de l'action génétique du soma au niveau du bourrelet est démontrée par la naissance successive des pousses hybrides autour du bourrelet dans le Néflier de Saujon. On pourra donc, en favorisant chaque année la production des pousses de remplacement à ce niveau (greffage mixte avec décapitation raisonnée du greffon) réobtenir des productions hybrides analogues aux anciennes et peut-être en provoquer de nouvelles.

(A suivre).

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

Hauman-Merck, Lucien. — **La Forêt valdivienne et ses limites.** — *Rec. Inst. Bot. Bruxelles*. T. IX, p. 347, — 1913.

La Forêt valdivienne constitue la partie septentrionale de l'immense forêt qui s'étend entre le Pacifique et la Cordillère des Andes sur presque 20 degrés de latitude, à l'extrémité australe de l'Amérique du Sud.

Toute la région est très montagneuse, formée surtout de roches cristallines. Le climat, assez spécial, est caractérisé par son extrême humidité : comme il est aussi extrêmement tempéré, il en résulte que la forêt toujours verte couvre toute la région, depuis le littoral jusqu'à la Cordillère où elle s'arrête vers 800 mètres d'altitude.

Cette forêt se fait remarquer et par l'exubérance de sa végétation et par l'extrême variété des formes. Parmi les grands arbres, l'élément typique est l'*Eucryphia cordifolia* ; il faut signaler ensuite *Nothofagus Dombeyi, Flotowia diacanthoides*, la plus grande Composée connue ; *Fitzroya patagonica*, Cupressinée limitée à la région valdivienne, *Myrtus Luma, Drymis Winteri* (Magnoliacées), des Protéacées, etc., faisant passage aux arbustes proprement dits représentés par des Myrtacées, des Gesnéracées, etc., et surtout par des Bambous du genre *Chusquea* formant au fond des ravines, en particulier, des sociétés très denses. Les lianes, moins nombreuses que dans la forêt tropicale, sont encore très abondantes. Les épiphytes (Fougères, Bryophytes et Lichens presque exclusivement) abondent dans les parties vierges encore. Les plantes herbacées — Polypodiacées et Mousses dans les parties sombres, Cypéracées, Broméliacées, Composées aux bords des torrents, Joncacées, Iridacées dans les endroits découverts — forment des associations très variées. Au bord des routes, enfin, se rencontrent un certain nombre d'espèces européennes naturalisées.

Dans la région andine proprement dite la forêt valdivienne est remplacée au-dessus de 800 mètres par des bois de *Nothofagus pumilus* auxquels succède vers 1.600 mètres la flore alpine.

Après cette étude détaillée de la végétation, l'auteur s'efforce de déterminer les limites de la formation en se basant sur des considération d'ordre floristique précises, mais sur des données climatiques assez incomplètes. Il étudie successivement le passage graduel de la forêt valdivienne aux formations xérophytiques de l'Argentine, la disparition vers le sud de ses éléments caractéristiques (*Eucryphia*) remplacés par des éléments magellaniques (*Nothofagus antarctica, N. betuloides*, etc.) vers le 46° latitude Sud.

Pour conclure, l'auteur s'élève contre les subdivisions que Reiche introduit dans cette région (Grundzüge der Pflanzenverbreitung in Chile) et se rangeant à l'opinion de Grisebach et de Drude, conserve à la forêt valdivienne son caractère d'entité phytogéographique : cette flore apparaît dans l'empire floral austro-antarctique d'Engler comme une subdivision du domaine des Forêts subantarctiques américaines où il conviendrait de distinguer la Formation magellanique et la Formation valdivienne.

Pierre Allorge

CHRONIQUES ET NOUVELLES

JULIEN TOURNOIS était entré à l'École Normale Supérieure en 1905. Précocement orienté par son père, agriculteur avisé et curieux de la vie des plantes, vers les sciences de la nature, il entra d'emblée à la Section des Sciences naturelles. Depuis neuf ans il ne s'était ainsi peut-être pas passé un jour sans que nous le voyions au laboratoire. Son agrégation passée avec succès, il demanda et obtint une bourse du Muséum. L'année suivante il était nommé Agrégé-préparateur de Botanique à l'École. Il se mit alors avec ardeur à un travail que, pendant son année de bourse au Muséum, il avait choisi et délimité. Ce travail persévérant, curieux, passionné aboutit l'an passé à la rédaction d'une thèse intitulée « Etude sur la sexualité du Houblon » travail remarquable rentrant par ses méthodes et ses conclusions générales dans le cycle des nombreuses études botaniques et zoologiques sur le déterminisme du sexe. En Juin 1914, il soutenait cette thèse et recevait le titre de docteur avec la mention très honorable. Il avait au cours des années précédentes publié aux C. R. de l'Ac. des Sc., à la Société de Biologie, à divers congrès, un certain nombre de Notes attestant la curiosité de son esprit et la fécondité de son travail.

Sa production scientifique n'était pas arrêtée; il parlait sans cesse des recherches qu'il comptait entreprendre. Il jouissait seulement, après sa thèse, d'un repos mérité lorsque l'ordre de mobilisation arriva. J'ai vu pour la dernière fois mon ami Tournois dans sa chambre à l'École pendant la nuit du 1^er^ au 2 Août. Il achevait de revêtir le pimpant uniforme tout neuf de sous-lieutenant. Le 27 novembre à Mourmelon-le-Grand, effectuant, avec la simplicité qui formait le fond même de son caractère, une reconnaissance dangereuse, dont il n'avait voulu laisser le risque à aucun de ses subordonnés, il tomba brutalement atteint d'une balle à la tête.

DESROCHE.

⁂

Nous déplorons également la mort d'un autre jeune botaniste Lucien Ulmo. Entré à l'École Normale Supérieure en 1909, il en était sorti en 1913 pour se consacrer, provisoirement du moins, à l'enseignement. Durant son passage à l'École il s'était signalé par un travail botanique en vue d'obtenir le Diplôme d'Études supérieures. Il avait abordé un sujet peu exploré encore sur les Hépatiques à thalle. Il avait ainsi mis sur pied une étude morphologique intitulée : « Recherches sur les Marchantiacées ». Il précise dans ce Travail consciencieux et qu'il se promettait d'étendre plus tard, un certain nombre de faits morphologiques intéressants. En particulier il montre l'équivalence morphologique des deux faces ventrale et dorsale, ainsi que la correspondance étroite des organes si différents que portent ces deux faces, et fait voir que cette correspondance s'établit lorqu'on observe leur développement.

Ulmo est parti comme sous-lieutenant dès le premier jour de la mobilisation. Le 1er septembre 1914 un éclat d'obus l'atteignait : il tombait aux mains de l'ennemi, et, quelques jours après, mourait en captivité.

D.

Nemours. — Imp. Henri Bouloy. *Le Gérant :* Henri Bouloy.

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME VINGT-SEPTIÈME

Livraison du 15 Février 1915

N° 314

Entered at the New-York Post Office
as Second Class matter

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
1, RUE DANTE, 1
1915

LIVRAISON DU 15 FÉVRIER 1915

I. — L'HYBRIDATION ASEXUELLE OU VARIATION SPÉCIFIQUE CHEZ LES PLANTES GREFFÉES, avec 2 planches en couleurs, une planche en noir et nombreuses figures dans le texte *(fin)*, par **M. Lucien Daniel**. . . 33

II. — SUR LA RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DES ALGUES BLEUES EN FRANCE, par **M. Henri Coupin** . . . 50

III. — EFFET DE L'ÉLECTROLYSE SUR LE POUVOIR AMYLOLYTIQUE D'UNE INFUSION DE MALT, par **Mlle PROMSY** et **M. P. DREVON** 60

Cette livraison renferme deux planches en couleurs, une planche en noir et 8 figures dans le texte.

Pour tout ce qui concerne les Annonces, s'adresser à M. l'Administrateur de la Librairie générale de l'Enseignement, 1, rue Dante, Paris (Ve).

L'HYBRIDATION ASEXUELLE
OU VARIATION SPÉCIFIQUE
CHEZ LES PLANTES GREFFÉES

par M. Lucien **DANIEL**.

(fin)

2. Les *AMYGDALOPERSICA* (A. Delponi et A. Formonti (1).).

En 1908, M. Formont, horticulteur à Montreuil, remarquait sur deux Pêchers, greffés sur Amandier, des pousses d'Amandier et, en 1910, il demandait à la Société nationale d'Horticulture de France de venir examiner ces arbres.

La Commission, nommée à cet effet et présidée par M. G. Rivière, professeur départemental d'agriculture de Seine-et-Oise, constata, le 5 juin et le 10 juillet 1910 :

1° sur un premier Pêcher, une pousse d'Amandier, âgée alors de 18 mois et une autre pousse d'Amandier née dans l'année ;

2° sur un autre Pêcher, une très vigoureuse pousse d'Amandier développée en 1910. Ces pousses étaient situées à des distances assez grandes du bourrelet de la greffe (2 m. 50 pour l'une et 0 m. 80 pour l'autre).

Les deux Pêchers porteurs d'Amandier étaient voisins l'un de l'autre et âgés de 60 à 80 ans environ ; ils appartenaient à une ancienne variété, très peu méritante à tous égards et très peu perfectionnée, et ils manifestaient des signes de décrépitude.

---

(1) Je désigne cette forme sous le nom de celui qui l'a découverte.

En 1911, un rameau fleurit à la fin de mars. Il donna de véritables fleurs d'Amandier, blanches, plus grandes que celles du Pêcher sujet, lesquelles sont d'un beau rose vif. Des fruits se formèrent, ressemblant à des amandes longues, mais ils tombèrent alors qu'ils avaient atteint des longueurs variant entre 1 cm. 5 et 2 cm. (1).

Depuis cette époque, les pousses sont devenues très fortes. Chaque année, elles ont donné une belle floraison, mais les fruits sont tombés en 1912 et en 1913 après avoir atteint la taille d'un Haricot. Cette année, ils ont encore parfaitement fleuri, mais les fruits ne sont pas assez avancés pour qu'on puisse savoir s'ils survivront à la crise du noyau.

Plus remarquable est encore l'*Amygdalopersica Delponi* (2), qui s'est produit quelques années avant le précédent.

En 1905, à Mas-Grenier (Tarn-et-Garonne), un Amandier vigoureux fut recépé à une petite distance du collet (3). Il fournit un certain nombre de pousses de remplacement sur lesquelles furent écussonnés, en août et à œil dormant, des bourgeons provenant d'un même Pêcher à fruits jaunes, habituellement cultivé dans le pays, et n'ayant jusqu'alors manifesté aucune variation. Au printemps suivant, tous les écussons se développèrent vigoureusement et, à l'automne, ils portaient déjà quelques bourgeons à fruits. L'année d'après, ceux-ci fleurirent à l'époque normale et donnèrent des pêches à chair jaune, absolument identiques à celles de la variété ayant fourni les greffons.

La troisième année de greffe, tous les écussons commencèrent à se modifier d'une façon singulière. Les fleurs, semblables à celles du Pêcher, fournirent des fruits plus ou moins intermédiaires entre ceux du Pêcher et de l'Amandier. Leur chair était assez mince, molle, tendre et colorée comme celle de la Pêche, mais de qualité très médiocre et se desséchait en présentant une teinte grise et une forme analogue à l'amande verte, comme on peut s'en rendre compte par l'examen des figures 12 et 7, planche 2.

---

(1) Griffon, Sur un cas singulier de variation par bourgeon chez le Pêcher (*C. R. de l'Ac. des Sc.*, 1911).

(2) J'ai donné à cet hybride le nom de celui qui me l'a signalé et qui m'a permis de l'étudier.

(3) L. Daniel et J. Delpon, Sur un hybride de greffe entre Pêcher et Amandier (*C. R. de l'Acad. des Sciences*, 30 juin 1913).

Les noyaux (fig. 9, 10 et 11, planche 2) étaient eux-mêmes très instructifs, car ils étaient, à des degrés divers, intermédiaires entre le noyau du Pêcher (fig. 8, planche 2) et celui de l'amande à coque dure (fig. 1, 2 et 3, planche 2) ou de l'amande à coque tendre (fig. 4, 5 et 6, planche 2). Ils étaient sculptés plus profondément que l'amande, mais moins que le noyau de la pêche. La forme générale était elle-même intermédiaire entre les deux espèces, ainsi qu'il est facile de s'en rendre compte par l'examen des figures de la planche 2.

Or, ce qui était particulièrement intéressant, c'est que les pousses portant ces fruits hybrides de greffe ne partaient pas du bourrelet même, comme cela s'est produit pour le *Cytisus Adami*, les *Cratægomespilus*, le *Pirocydonia Danieli* et les *Solanum* de Hans Winkler, mais les plus rapprochées du bourrelet étaient situés à trente centimètres de celui-ci.

Vers le milieu de la charpente, comme chez l'*Amygdalopersica Formonti*, se trouvaient isolément des pousses pures de Pêcher et d'Amandier. Çà et là, sur la charpente des greffons, on rencontrait des pousses fruitières de trois sortes : Amandier pur, Pêcher pur et des pousses intermédiaires entre ces deux espèces. Quelquefois un même rameau portait à la fois des feuilles de Pêcher et des feuilles d'Amandier. Le port des greffons était différent à la fois de celui du Pêcher et de celui de l'Amandier ; les tiges étaient plus érigées, plus régulières et formaient une tête presque hémisphérique.

Les années suivantes, ces phénomènes se reproduisirent et la variation paraissait fixée. Malheureusement, l'obtenteur de ce phénomène, ne lui trouvant aucun intérêt pratique, le sacrifia.

Deux noyaux provenant du greffon ont germé et ont donné deux jeunes plantes dont l'une est vigoureuse et l'autre chétive. Aucun d'eux n'a encore fleuri. L'étude morphologique de leurs feuilles a montré qu'ils ont à la fois des ressemblances avec le Pêcher et l'Amandier tout en se rapprochant davantage de celui-ci. Les stipules du premier sont plus grandes et tombent tardivement comme dans le Pêcher, mais les dents de la feuille sont grandes et régulières comme dans l'Amandier. De nombreux nectaires foliaires sont disposés comme dans le Pêcher, et il en est de même de la nervation. La structure anatomique du pétiole et du limbe est celle de l'Amandier.

Les stipules du second sont caduques et petites comme dans l'Amandier, mais la disposition des nectaires et des dents de la feuille rappelle le Pêcher; la nervation est serrée comme dans l'Amandier. La structure anatomique du pétiole et du limbe est voisine de celle du Pêcher.

Les caractères de l'hybride de greffe précédemment décrit, offrent, par ses feuilles, ses fruits et ses noyaux intermédiaires entre l'Amandier et le Pêcher, beaucoup de rapports avec ceux de l'*Amygdalus communis persicoides* Ser. des horticulteurs qui est souvent considéré comme un hybride sexuel de ces deux espèces, mais dont l'origine est en réalité inconnue.

D'après les faits que je viens de décrire, il est plus rationnel de supposer que cette variété horticole n'est autre chose qu'un hybride de greffe, multiplié depuis sans état civil.

L'apparition de l'*Amygdalopersica Delponi* obtenu par hasard et à une grande distance du bourrelet tout comme l'*Amygdalopersica Formonti*, montre bien que les hybrides de greffe peuvent naître en dehors du bourrelet, à la suite d'une sorte de croissance par entraînement, à la façon de ce qui s'est passé pour le *Sorbus* du Docteur Rodigas et le *Tecoma* de Bureau, dont j'ai parlé précédemment, et aussi du *Pirocydonia Winkleri* dont il sera question plus loin.

Les *Amygdalopersica* rappellent les dispositions des *Solanum* de Hans Winkler. L'*Amygdalopersica Formonti* (1) est comparable jusqu'à un certain point à l'hybride primitivement obtenu par Hans Winkler, représentant une mosaïque dichodyname à grands éléments et auquel il a donné le nom de Chimère ; l'*Amygdalopersica Delponi* rappelle les *Solanum tubingense* et les formes voisines qui offrent une mosaïque de caractères pœcilodynames, à la façon des retours du Néflier de Bronvaux (forme voisine du Néflier).

Mais ces Chimères d'Amandier et de Pêcher ne sont pas apparues au niveau du bourrelet ; elles proviennent d'une croissance par entraînement. donnant des résultats analogues à une action à distance et rappelant les hybrides de greffe que j'ai obtenus en 1895 au Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, avec les Aubergines et les Piments greffés sur Tomate, et à Rennes avec les Tomates rouges à fruits côtelés et aplatis et les Tomates jaunes à fruits ronds et lisses.

---

(1) Une pareille forme a été récemment signalée par Abel Châtenay (*Journal de la Société nationale d'Horticulture de France*, 1912).

Considérer uniquement les pousses nées sur le bourrelet comme des hybrides asexuels, c'est donc n'envisager qu'un seul côté de la question.

3. Les *PYROCYDONIA* (P. Danieli et P. Winkleri).

Le *Pirocydonia Danieli* Hans Winkler est le premier exemple d'hybride de greffe ou hybride asexuel obtenu méthodiquement par une décapitation du sujet transformant une greffe ordinaire (olodibiose) en une greffe mixte (hémidibiose). Je l'ai déjà décrit en détail (1), et je me bornerai, dans ce qui va suivre, à compléter mes descriptions antérieures.

L'un des phénomènes les plus curieux présentés par cet arbuste, c'est qu'il n'a pas encore fleuri bien que, depuis douze ans, j'ai essayé dans ce but tous les moyens usités par les horticulteurs à cet effet. Il se comporte donc jusqu'ici comme le *Pirocraætgus Willei* (2).

En outre, son aspect général est celui du Coignassier. Au printemps ses feuilles et ses pousses rappellent le Coignassier, mais à l'automne un certain nombre d'entre elles prennent l'aspect du Poirier. Tandis que l'*Æcidium cancellatum* attaque les feuilles du Poirier et y forme ses spores, ce champignon respecte le Coignassier. Or, il attaque bien l'hybride de greffe, dont il fait rougir un peu la feuille, mais il ne peut y former ses spores ; les résistances du feuillage sont donc intermédiaires entre celles des parents.

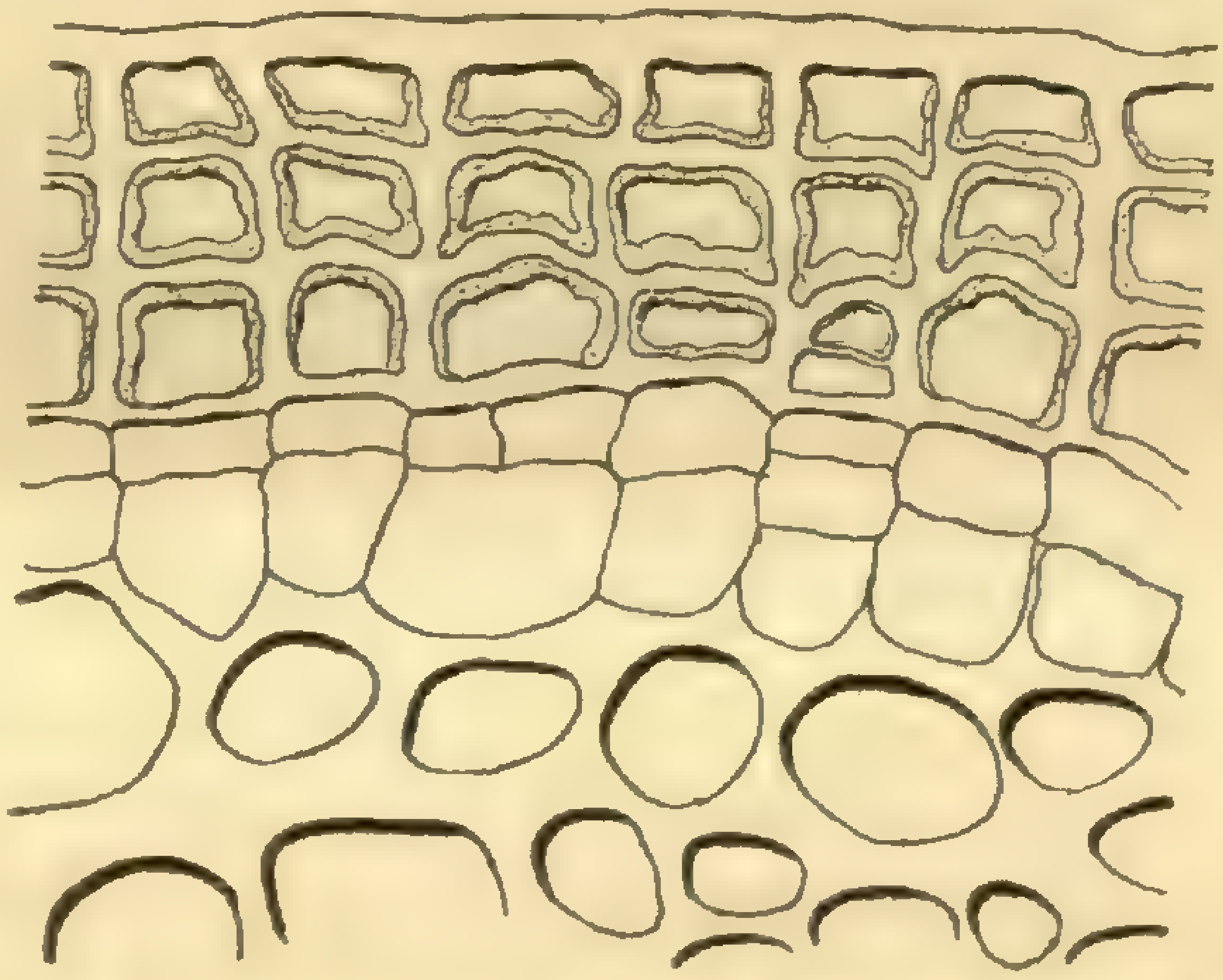


Fig. 19. — Portion du liège cortical chez le Coignassier ordinaire, un des parents du *Pirocydonia Danieli* (tige d'un an).

Il reprend mal de bouture comme le Poirier et il se greffe plus difficilement que celui-ci, à Rennes.

---

(1) Lucien Daniel, Sur un hybride de greffe entre Poirier et Coignassier (*Revue générale de Botanique*, janvier 1904).

(2) Je donne à cet hybride de greffe entre Poirier et Epine blanche le nom de celui qui l'a signalé et décrit.

La structure anatomique est intermédiaire entre celles des deux parents, ou l'on y trouve des caractères nouveaux.

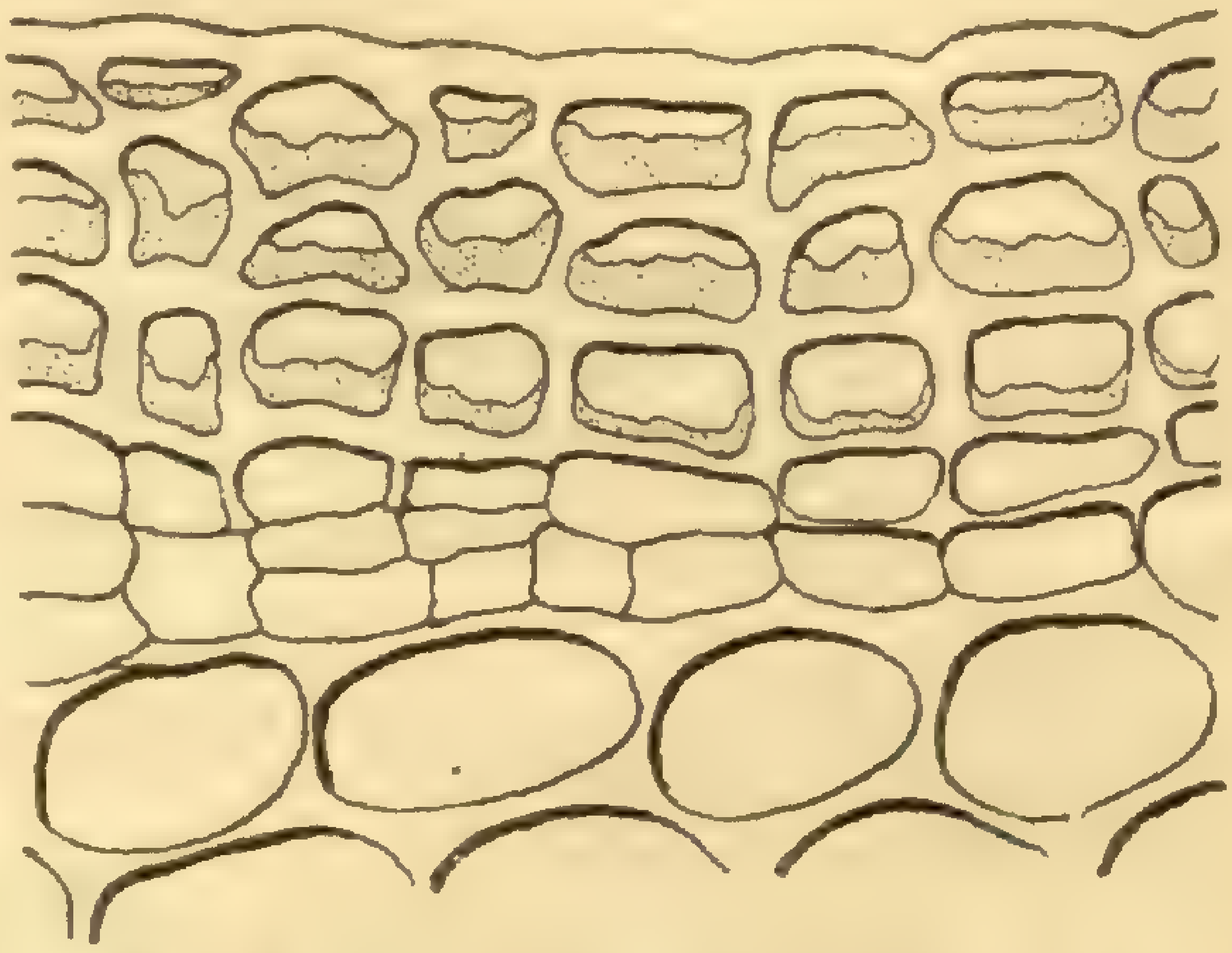


Fig. 20. — Portion du liège cortical chez le Poirier Williams, un des parents du *Pirocydonia Danieli* (tige d'un an).

On peut s'en rendre compte par l'examen des figures 19, 20 et 21, qui représentent une portion du liège cortical dans l'hybride (fig. 21) et dans ses parents (fig. 19 et 20). Les éléments de ce liège sont différents de ceux des deux parents. Il en est de même pour la disposition des fibres de sclérenchyme (fig. 22, 23 et 24), qui est non seulement différente, mais encore formée d'éléments en partie spéciaux à l'hybride.

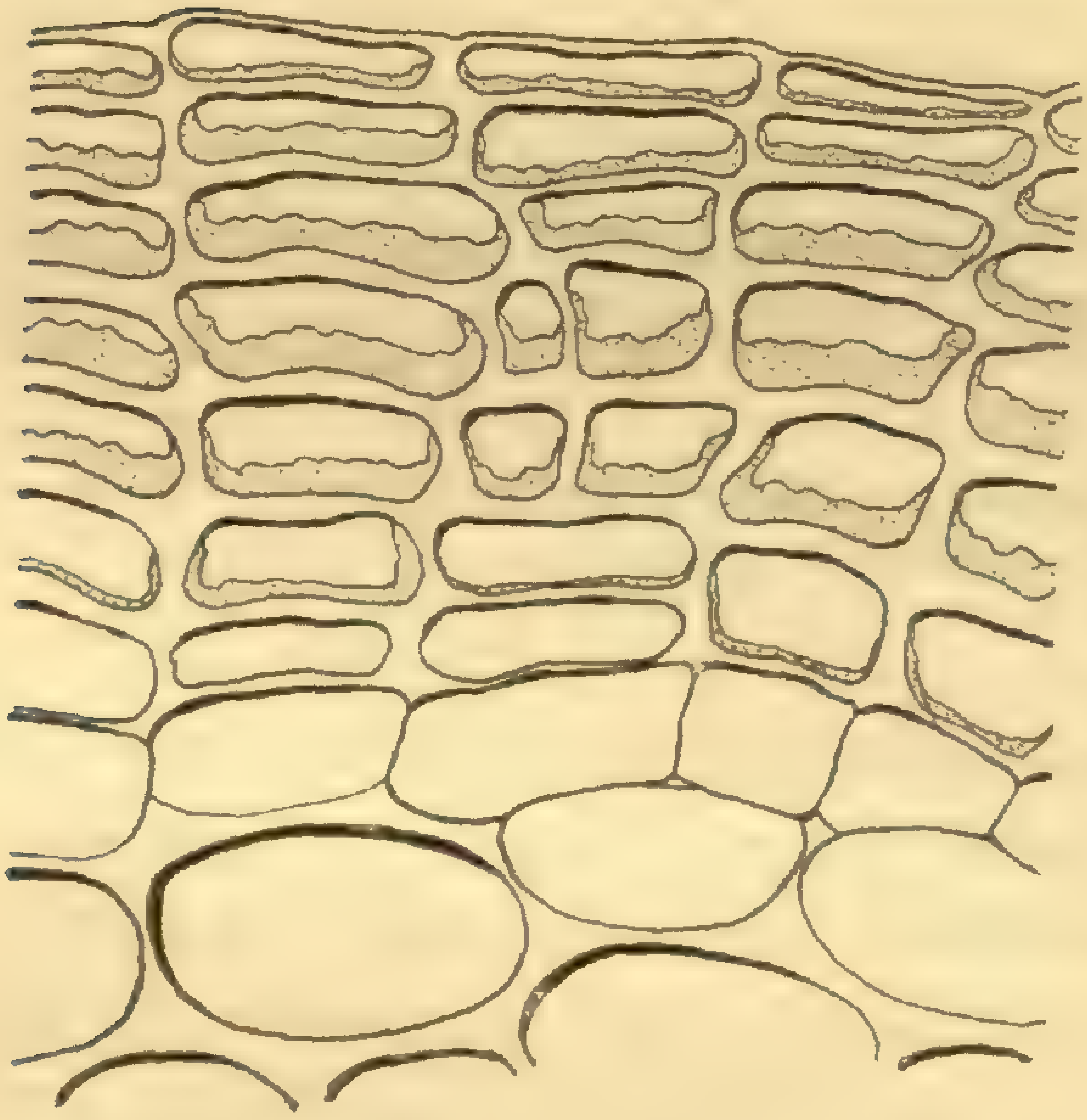


Fig. 21. — Portion du liège cortical d'un rameau d'un an chez le *Pirocydonia Danieli*.

Une telle formation d'éléments nouveaux est en opposition avec l'hypothèse de la disposition mosaïque de caractères parentaux appartenant séparément à chacune des espèces pures. On comprendrait tout aussi difficilement avec cette dernière hypothèse les modifications de la livrée de l'hybride asexuel suivant l'époque de l'année, surtout si on le considère comme étant une Chimère périclinale, à épiderme de Coignassier pur. Il me semble plus rationnel de considérer cette forme, qui est d'origine asexuelle, comme un hybride asexuel intermédiaire et non comme un hybride asexuel mosaïque.

J'ai, l'an dernier, grâce à l'amabilité de M. Janvier, maire de

Rennes, décapité à nouveau les vieux Poiriers du jardin de Saint-Vincent, dont l'un, aujourd'hui disparu, avait donné le *Pirocydonia Danieli*. J'ai eu la satisfaction de réobtenir, sur un seul des exemplaires décapités, cinq pousses hybrides de greffe qui offrent pour le moment beaucoup d'analogie avec la première forme obtenue en 1902; j'ai greffé l'une des cinq pousses afin de l'étudier et d'en suivre le développement. Ce résultat a un certain intérêt car c'est le premier exemple de la réobtention expérimentale d'un hybride de greffe par l'emploi du greffage mixte avec décapitation du greffon. Mais on conçoit que pareille réobtention ne soit pas impossible, puisque les cas naturels de ce genre ne sont plus uniques et qu'il y a deux *Cratægomespilus* et plusieurs *Amygdalopersica*.

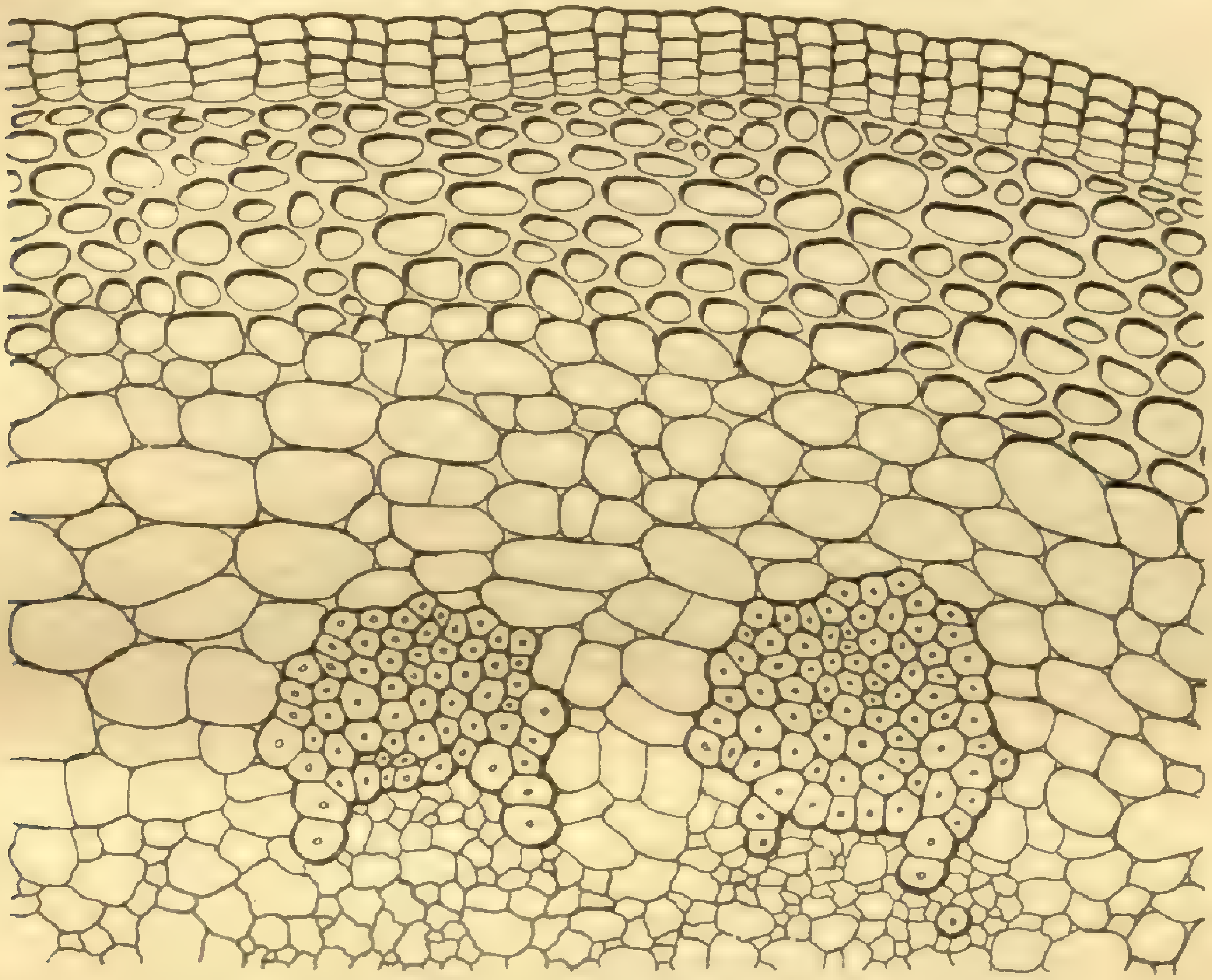


Fig. 22. — Portion de l'écorce de la tige d'un an chez le Coignassier ordinaire, l'un des parents du *Pirocydonia Danieli*, à la fin de la végétation.

Egalement en 1913, dans ces mêmes jardins, j'eus la bonne fortune de trouver un curieux hybride de greffe, que j'ai désigné sous le nom de *Pirocydonia Winkleri* (1) et dont l'existence a été constatée par divers savants (1), ainsi que le point précis de sa formation. C'est encore un hybride naissant, non sur le bourrelet, mais sur le sujet, à une distance très appréciable du point d'union du Poirier et du Coignassier.

---

(1) Lucien Daniel. Un nouvel hybride de greffe (*C. R. de l'Acad. des Sciences*, 24 nov. 1913).

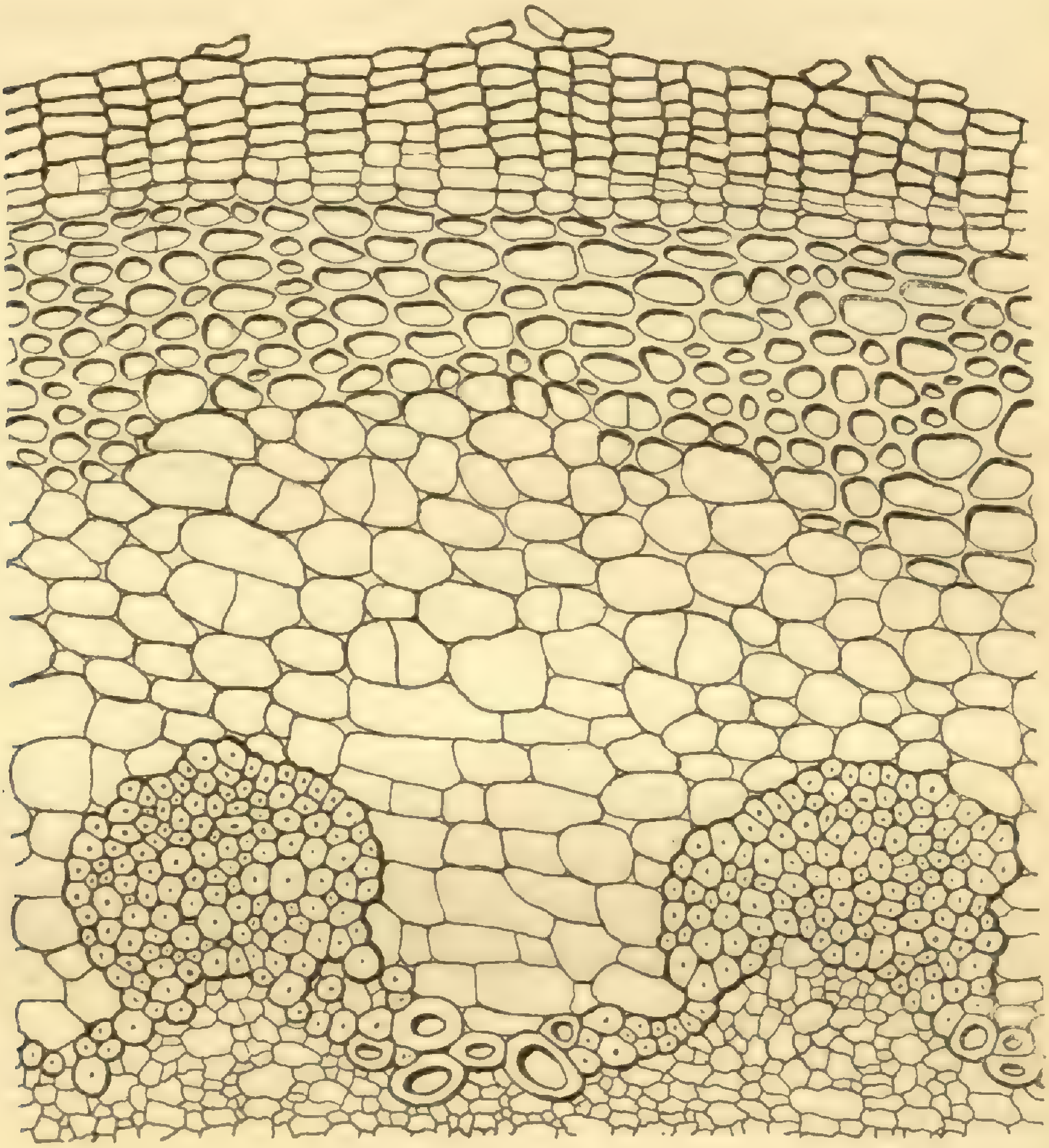


Fig. 23. — Portion de l'écorce de la tige d'un an chez le Poirier Williams, l'un des parents du *Pirocydonia Danieli*, à la fin de la végétation.

Le Coignassier sujet présente, à 5 à 6 centimètres du bourrelet deux racines, dont la première, située à gauche, a donné des drageons de Coignassier pur, et la seconde, située à droite, a donné une pousse hybride de greffe, à une distance de 6 à 7 centimètres du point d'insertion de la racine mère.

---

(1) D. Bois. Le *Pirocydonia Winkleri* Daniel *(Revue horticole,* 16 janvier 1914, et *Revue bretonne de botanique,* janvier 1914).

La différence entre le Coignassier, le Poirier et la pousse hybride est très frappante. Les feuilles sont très nombreuses et très rapprochées, les entre-nœuds étant très courts ; au lieu d'être cordiformes comme chez le Coignassier, elles sont lancéolées très acuminées comme chez le Poirier. Beaucoup plus velues et plus blanchâtres que les feuilles du Coignassier, elles sont plus petites que chez le Poirier et le Coignassier. Ces feuilles sont entières et portées par un court pédoncule comme dans le Coignassier.

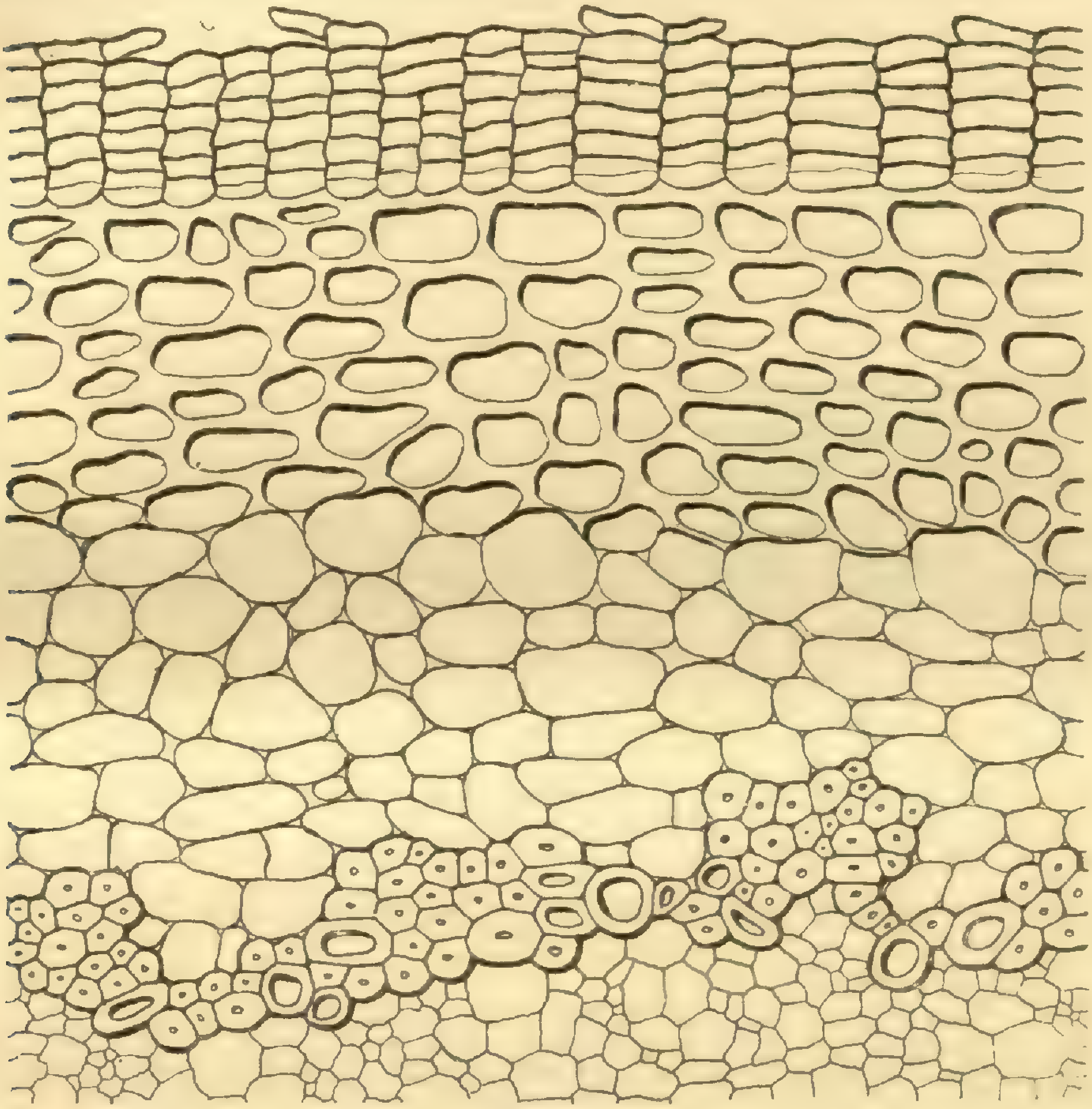


Fig. 24. — Portion de la coupe de l'écorce dans la tige d'un an du *Pirocydonia Danieli*, à la fin de la végétation.

L'anatomie révèle une structure analogue à celle du Coignassier ; les poils sont de même nature mais beaucoup plus abondants. L'épaisseur de la feuille est plus faible que chez les deux parents, et vue par transparence sa teinte est plus pâle que chez le Coignassier à la fin de la saison.

Cet hybride de greffe présente donc à la fois des caractères intermédiaires (forme générale de la feuille) entre les parents et d'autres caractères renforcés, comme la villosité, la longueur des entre-nœuds, le nanisme plus grand de la plante qui rappelle plutôt un arbuste que le Coignassier normal.

Le *Pirocydonia Winkleri* est à sa troisième année de développement ; il n'a pas encore fleuri. L'on ne peut donc rien dire au sujet de son appareil reproducteur qui sera intéressant à étudier. Mais il est déjà remarquable parce qu'il est le premier exemple d'un hybride de greffe à caractères renforcés, et parce qu'il établit une fois de plus le parallélisme que j'ai depuis longtemps signalé entre ces productions et les hybrides sexuels.

Conclusions.

Quel que soit le nom que l'on donne aux êtres anormaux que l'on a désignés successivement sous les noms d'hybrides de greffe, d'hybrides asexuels et de chimères, on ne peut plus en nier aujourd'hui l'existence, certains d'entre eux ayant été produits et même reproduits expérimentalement.

Ils peuvent apparaître de plusieurs manières. Les uns naissent au niveau du bourrelet sous forme de pousses de remplacement, quand le greffon devient insuffisant pour satisfaire aux besoins de l'association, quelle qu'en soit la cause (vieillesse prématurée, décapitation ou brisure accidentelle du greffon). La greffe ordinaire (olodibiose) se transforme alors en une greffe mixte (hémidibiose). Pour certains auteurs, ces formations seraient seules des hybrides de greffe *(Cytisus Adami, Cratægomespilus, Pirocydonia Danieli, Solanum tubingense).*

D'autres productions analogues apparaissent soit sur le sujet, soit sur le greffon, à des distances variables du bourrelet de greffe ; elles sont dues à une croissance par entrainement ou à un procédé morphogénique encore inconnu, et, comme les précédents hybrides de greffe, présentent des dispositions variées des caractères du greffon et du sujet (*Amygdalopersica*, divers hybrides de greffes chez les Rosacées, les Solanées, et autres hybrides covégétatifs).

Enfin d'autres hybrides asexuels moins complexes prennent naissance par l'action de substances morphogènes, passant au travers du bourrelet et provoquant des xénies de greffe, c'est-à-dire, ces transmissions plus ou moins nettes, plus ou moins complètes, que l'on désigne habituellement sous le nom d'influence du sujet sur le greffon et réciproquement (hybrides sexuels-asexuels chez la Vigne, etc.).

Vouloir séparer ces trois catégories de variations produites par la greffe, c'est n'examiner qu'une des trois faces du problème. Elles se pénètrent en effet mutuellement et passent parfois de l'une à l'autre ; elles se révèlent chacune comme très variables en étendue et elles présentent la même inconstance quand on cherche à les reproduire expérimentalement.

Les dispositions des caractères parentaux chez ces êtres sont également variables suivant les hybrides de greffe obtenus, et rappellent certains arrangements présentés par les hybrides sexuels.

Tantôt les parents sont simplement juxtaposés et forment une véritable parabiose ou greffe siamoise, tout en réalisant un être *unitaire :* c'est le cas des greffes entre Vignes à raisins noirs et Vignes à raisins blancs citées par les Anciens et reproduites par les Modernes ; c'est aussi le cas de la première chimère de Hans Winkler, qui offre une si grande analogie avec les Vers à soie de Toyama et montre par là qu'il s'agit d'un hybride mosaïque de greffe à grands éléments, où les caractères parentaux sont en association dichodyname comme chez les hybrides sexuels correspondants.

Dans d'autres cas, les caractères parentaux sont encore juxtaposés, mais restent indistincts sur une certaine étendue pour se séparer à une certaine distance du point d'union du sujet et du greffon. Les hybrides de greffe ainsi formés présentent encore une mosaïque de caractères dichodynames, mais superposés comme dans les hyperbioses ou surgreffes ou comme dans les hybrides sexuels offrant un retour à l'un des parents (Lilas Varin et Lilas de Rouen). Cette forme d'hybrides de greffe est réalisée par l'*Amygdalopersica Formonti* et les types analogues découverts par Abel Châtenay.

La mosaïque des caractères parentaux peut être plus compliquée encore comme dans l'*Amygdalopersica Delponi* où l'on trouve des parties pures du sujet, des parties pures du greffon et des parties intermédiaires entre le sujet et le greffon. La mosaïque est formée de caractères parentaux en association pœcilodyname comme chez certains hybrides sexuels.

Cette mosaïque de caractères pœcilodynames se trouve chez les hybrides de greffe nés au niveau du bourrelet aussi bien que chez les hybrides de greffe nés au-dessus ou au-dessous du niveau de la greffe. C'est le cas de mes hybrides de greffe entre Tomates, Aubergines, Piments, comme celui du *Cytisus Adami* et des *Cratægomespilus*.

Et, ce qu'il y a de très remarquable sous ce rapport, c'est que la disposition sectoriale peut exister en même temps que le mélange gradué des caractères des parents, comme chez le *Cratægomespilus Bruni* où l'on observe des fruits à variation sectoriale et d'autres où la couleur brune du Néflier et la couleur rouge de l'Épine passent insensiblement de l'une à l'autre dans les fruits mûrs. Il en est de même chez le Rosier dont j'ai décrit la curieuse disjonction des caractères parentaux à la suite de la greffe, et qui offrait ainsi une analogie complète avec les autres hybrides de greffe en dehors de la variation sectoriale présentée par certaines roses mi-blanches et mi-rouges ou à pétales moitié blancs et moitié rouges.

Il peut arriver que des hybrides de greffe ne présentent pas la disposition mosaïque, mais qu'ils soient intermédiaires entre les parents ou présentent les caractères renforcés de l'un d'eux. L'hybride de greffe intermédiaire le plus net est le *Pirocydonia Danieli* Hans Winkler, qui présente la curieuse particularité de se rapprocher du Coignassier par ses pousses printanières et du Poirier par ses pousses automnales.

L'hybride de greffe renforcé est représenté par le *Pirocydonia Winkleri*, qui, avec des caractères intermédiaires entre le Poirier et le Coignassier, possède des caractères renforcés du Coignassier (pilosité, racourcissement des entre-nœuds, nanisme, etc).

En outre, et c'est là un fait théoriquement et pratiquement très important, l'hybridation par la greffe donne parfois des caractères nouveaux, n'existant ni chez l'un ni chez l'autre parent. Cela est incompatible avec la définition même des Chimères telle que l'a donnée Hans Winkler, et ce terme ne correspondant pas spécialement aux productions hybrides de greffe, puisqu'il y a des Chimères sexuelles semblables, n'a nulle raison d'être et ne peut remplacer les termes plus anciens et plus généraux d'hybrides de greffe ou d'hybrides asexuels.

L'action formatrice à laquelle sont dus les hybrides de greffe est persistante dans certaines symbioses et peut même continuer après la suppression du greffon. Ce fait intéressant ressort nettement de la façon dont sont apparues chez le Néflier de Saujon des pousses hybrides de greffe, successivement et à plusieurs années d'intervalle.

L'époque tardive, en général, du retour des hybrides de greffe mosaïques à l'une des formes parentes, avec passage par la forme voisine de l'Épine chez les *Cratægomespilus*, rapproche encore l'hybridation par greffe de l'hybridation sexuelle, car chez les hybrides sexuels on voit aussi augmenter avec l'âge la tendance à la séparation des parents.

Dans ces retours le génotype paraît en général conservé ; pourtant ce n'est pas toujours le cas, puisque dans le retour rapide par greffe du *Cratægomespilus Bruni* à l'Épine blanche, c'est une variété nouvelle qui est apparue et qui diffère du type par sa couleur et sa précocité.

Les troubles dans les organes reproducteurs et les variations de la fertilité chez les hybrides sexuels se retrouvent, avec quelques variantes, chez les hybrides asexuels ou de greffe qui peuvent être fertiles à des degrés divers ou même complètement stériles.

Tantôt les descendants font retour à l'un des parents avec conservation complète du génotype (Chimères des *Solanum* de Hans Winkler) ; tantôt la conservation du génotype est incomplète, les descendants différant de l'espèce pure par la couleur ou la précocité (*Cytisus Adami* étudié par Hildebrand) ; tantôt enfin il y a formation de variétés nouvelles coexistant avec des types de race pure, comme chez mes hybides de greffe entre Tomate jaune ronde et Tomate rouge, à fruits aplatis et côtelés, etc. Le problème de l'hérédité des hybrides de greffe demande d'ailleurs de nouvelles et patientes études, basées sur un très grand nombre d'expériences, avant d'être complètement élucidé.

Toutes les analogies si remarquables que présentent entre eux les hybrides de greffe et les hybrides sexuels montrent combien j'avais raison quand, en 1901, j'insistais sur le *parallélisme* existant entre les effets des deux modes d'hybridation, bien qu'ils soient très distincts quant à leur nature. La distinction d'origine est si nette qu'il est impossible raisonnablement de les confondre entre eux. Pour ceux qui naissent sur le bourrelet, il est facile de voir sur la symbiose même qui les fournit que le sujet et le greffon sont d'espèce pure, même si ceux-ci pouvaient se croiser entre eux, ce qui n'est pas le cas pour la plupart. Il est facile de savoir, par les commémoratifs de ceux qui les ont observés, que le sujet et le greffon qui ont fourni les hybrides de greffe covégétatifs, comme l'*Amygdalopersica Formonti* ou les hybrides à caractères en mosaïque pœcilodyname comme l'*Amygdalopersica Delponi*, sont eux-mêmes du type pur et que leur variation est due à la greffe. Quant aux hybrides de greffe créés entre races ou espèces voisines susceptibles de s'hybrider entre elles, toute cause de confusion avec les hybrides sexuels disparaît si l'on assure, comme je l'ai fait, l'autofécondation à l'aide des procédés habituels.

La différence d'origine et le parallélisme entre les effets de l'hybridation sexuelle et de l'hybridation par la greffe étant ainsi nettement établis par les faits, il reste à rechercher quelle est celle des hypothèses proposées pour expliquer les hybrides de greffe qui est la meilleure, la plus rationnelle. Faut-il préférer l'hypothèse des Chimères à l'hypothèse de la soudure de cellules végétatives, de la coalescence des plasmas et de l'action spéciale de substances morphogènes ? Nous entrons ici dans le champ des hypothèses invérifiables où chacun peut d'autant mieux épiloguer à son aise suivant sa tournure d'esprit qu'elles sont d'ordre plutôt philosophique qu'expérimental. Cependant les curieuses expériences de H. Burgeff sur les *Phycomyces* montrent bien que la conjugaison des plasmas végétatifs est possible et qu'elle entraîne des phénomènes assez comparables à celles de la conjugaison sexuelle. Abstraction faite même des travaux de H. Burgeff, l'hypothèse de la conjugaison asexuelle de deux cellules végétatives émise par A. Braun est-elle vraiment renversée par les travaux récents sur la cytologie des hybrides de greffe inspirés par Weismann et publiés par Strasburger, Hans Winkler et E. Baur ? Je ne le pense pas.

Il n'est pas plus illogique de soutenir qu'une réduction chromatique a pu s'effectuer au moment de la conjugaison des cellules somatiques donnant naissance au bourgeon hybride de greffe, que de soutenir que cette réduction n'a pas eu lieu. Qui pourrait dire ce qui s'est passé à ce moment quand on voit les anomalies constatées dans certaines réductions chromatiques chez des êtres parthénogénétiques et l'inconstance du nombre des chromosomes quand on l'avait prétendu invariable ?

Dire avec Weismann que l'on devrait trouver dans les cellules somatiques du *Cytisus Adami* et des *Cratægomespilus* $4\,n$ chromosomes s'il y a eu conjugaison asexuelle et non les $2\,n$ chromosomes qu'elles possèdent en réalité, c'est nier la possibilité, aujourd'hui constatée, d'une autorégulation du nombre des chromosomes quand celui-ci, pour une cause ou une autre, se trouve être anormal dans une cellule.

La réduction brusque d'un nombre trop élevé de chromosomes a été établie expérimentalement par Némec qui l'a obtenue chez les Pois dont les noyaux à $4\,n$ chromosomes repassent à $2\,n$ chromosomes. Le phénomène inverse de l'augmentation des chromosomes a été signalé de même dans les cas de parthénogénèse par Lécaillon, Bataillon, etc.

L'hypothèse des Chimères n'enlève pas davantage sa valeur à l'ancienne hypothèse d'A. Braun. Il faudrait, pour qu'elle fût probante, que les hybrides sexuels eussent toujours, comme Hans Winkler le dit un peu prématurément, un nombre de chromosomes exactement intermédiaire à ceux des parents, dans toutes leurs cellules.

L'on conçoit fort bien que, dans un hybride sexuel *intermédiaire* entre deux parents à $2\,n$ et à $2n'$ chromosomes le nombre des chromosomes de l'hybride soit de $\frac{2\,n + 2\,n'}{2}$ c'est-à-dire $n + n'$. Mais tous les hybrides sexuels ne sont pas des hybrides intermédiaires. En est-il de même dans les hybrides *mosaïques*, à grands ou à petits éléments, dont les cellules sont tantôt du type paternel, tantôt du type maternel, tantôt intermédiaires entre les deux parents. Dans les Chimères sexuelles obtenues par Toyama chez les Vers à soie, où l'on voit chaque moitié de l'hybride conserver même son sexe, il y a beaucoup de chances pour que, si n et n' sont différents, on trouve dans les cellules somatiques des noyaux ayant séparément des nombres $2\,n$ ou $2\,n'$ de chromosomes et non le nombre $n + n'$ intermédiaire entre les deux parents. Or ces Chimères de papillons sont identiques à la plante hybride de greffe qui a servi de type à

Hans Winkler pour la définition même de ses Chimères. Il serait étrange qu'ils eussent une disposition différente de leurs chromosomes et la distinction établie sur cette disposition entre les hybrides sexuels et les chimères s'écroule si, dans les premiers comme chez les secondes, on trouve des cellules les unes à $2\ n$ chromosomes comme le père et les autres à $2\ n'$ chromosomes comme la mère.

En réalité, les études de Hans Winkler nous ont révélé une *disposition* intéressante des sommets végétatifs chez divers hybrides de greffe, disposition qui se retrouve chez des hybrides sexuels et chez des plantes panachées. Mais il ne faut pas confondre une disposition avec l'explication de cette disposition. L'hypothèse des Chimères ne nous apprend rien sur l'origine des hybrides de greffe et le mystère de cette origine nous échappera sans doute longtemps encore, étant données les difficultés presque insurmontables que présente le problème.

Mais si, à mon avis, les hypothèses relatives à la genèse des hybrides de greffe sont toutes discutables, faut-il pour cela renoncer à tirer parti de ces curieuses productions sous le prétexte qu'elles ne cadrent pas avec certaines théories actuelles ou certains intérêts et les négliger tant au point de vue de la science qu'à celui des applications ? Hans Winkler ne le pense pas, car il a montré récemment tout l'intérêt que peut présenter la création d'hybrides de greffe particuliers en vue de la solution de questions scientifiques encore mal connues et de l'obtention de plantes agricoles améliorées à des points de vue utilitaires particuliers.

Je suis sous ce rapport d'autant plus d'accord avec le botaniste allemand que depuis vingt ans je soutiens la même thèse et que j'ai obtenu des résultats utilitaires ayant un certain intérêt pour l'Agriculture. D'autres chercheurs m'ont suivi dans cette voie et ont eux-mêmes, chez la Vigne, créé des variétés nouvelles qui sont entrées en grande culture. Il ne s'agit donc pas seulement d'espérances comme au moment où je publiais mes premiers essais sur la création de variétés nouvelles par la greffe (1894) ou sur l'amélioration systématique des végétaux par la greffe (1895, 1898, 1901). L'heure des réalisations a sonné aujourd'hui : mes méthodes, combattues si ardemment par ceux-là même qui auraient eu intérêt à s'en servir, ont fait leurs preuves.

N'oublions pas, en France, que la recherche des Chimères comme méthode de Biologie expérimentale (« *Die Chimären forschung als methode der experimentellen Biologie* »), vient d'être préconisée (1914) en Allemagne par Hans Winkler, qui augure de son emploi des résultats de haute portée scientifique et pratique. Étudions sans parti pris les hybrides de greffe ou hydrides asexuels ou Chimères : le nom qu'on leur donne n'a que peu d'importance.

C'est en multipliant les essais, en notant les greffages améliorants, détériorants ou sensiblement neutres, que l'on pourra un jour codifier les effets de la greffe, en prévoir les conséquences utilitaires dans des conditions données, et réussir là où échoue celui qui s'en rapporte à l'empirisme.

Pour être rémunératrice, l'agriculture doit être scientifique. Cela est plus vrai encore pour les plantes greffées que pour les végétaux autonomes, car elles sont, par le fait même des complications symbiotiques, beaucoup plus difficiles à conduire et à défendre contre leurs ennemis naturels et les variations des milieux.

EXPLICATION DES PLANCHES

Planche 1

1. Fruit du Néflier-greffon vu de profil.

2. Le même vu de face.

3 et 4. Fruits d'Epine blanche sujet, vus de profil et de face.

5 et 6. Fruit de *Cratægomespilus Bruni*, à disposition sectoriale, vu de profil et de face.

7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 et 16. Fruits divers de *Cratægomespilus Bonnieri* vus de profil et de face.

Tous ces fruits ont été dessinés en grandeur naturelle.

Planche 2

1, 2 et 3. Noyaux de l'amande à coque dure, vus de face et de profil.

4, 5 et 6. Noyaux de l'amande à coque tendre, profil et face.

7. Fruit de l'Amandier (amande verte).

8. Noyau de Pêcher.

9, 10 et 11. Noyaux de l'*Amygdalopersica Delponi*, vus de face et de profil.

12. Fruit de cet hybride de greffe.

Le tout est en grandeur naturelle.

Planche 3

Formes diverses des feuilles cueillies sur le *Cratægomespilus Dardari* ou Néflier de Bronvaux, type voisin du Néflier. On y trouve à la fois l'Epine blanche type, le Néflier normal à gros fruits, le Néflier sauvage et tous les intermédiaires entre l'Epine blanche et le Néflier. Toutes ces feuilles proviennent d'un même greffon ; la plupart sont asymétriques et plus larges d'un côté que de l'autre.

SUR LA RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DES ALGUES BLEUES EN FRANCE

par M. Henri COUPIN

De tout le Règne végétal, il n'est pas de groupe — si l'on excepte les Bactériacées — dont la répartition géographique soit aussi étendue et aussi variée que celui des Algues bleues ou Cyanophycées. Celles-ci peuvent se rencontrer, — et, souvent, abondent —, dans toutes les eaux, douces ou marines, et partout où il y a une humidité modérée, comme, par exemple, la surface du sol, des murs, des rochers, des troncs d'arbres, etc. La France, pays où le climat est tempéré et où, presque nulle part, il n'y a de grande sécheresse, n'est ni plus mal, ni mieux pourvue, sous le rapport des Cyanophycées que les autres pays d'Europe, ainsi que l'ont montré les beaux travaux de Bornet et Flahault, de Gomont, etc. Mais, par contre, elle l'est peut-être moins, actuellement, du moins, que certains d'entre eux en Botanistes s'occupant des Algues bleues, végétaux dont la connaissance ne peut guère se faire qu'au microscope, ce qui rebute quelques-uns. C'est ce qui explique la pénurie — très relative, d'ailleurs —, des espèces déjà signalées chez nous et dont le nombre est, certainement, destiné à augmenter.

Parmi les 1128 espèces du Globe (dont 752 pour l'Europe) — j'entends les bonnes espèces — décrites (1), 347 seulement ont été notées d'une manière certaine en France.

Parmi les 104 genres, nous n'en possédons que 50, soit, environ, la moitié.

---

1) Je publierai prochainement une *Flore des Algues bleues d'Europe*, dont les gravures et le manuscrit sont terminés, mais que la guerre n'a pas encore permis de mettre à l'impression.

Les genres manquants sont les suivants : *Synechocystis*, *Synechococcus*, *Dactylococcopsis*, *Bacularia*, *Myxobactron*, *Chondrocystis*, *Rhabdodermà*, *Zacharaisia*, *Planosphærula*, *Marssoniella*, *Cœlosphærium*, *Cœlosphæriopsis*, *Pilgeria*, *Halopedium*, *Tetrapedia*, *Chloroglœa*, *Pleurocapsa*, *Cyanocystis*, *Xenococcus*, *Clastidium*, *Chamæsiphon*, *Godlzewskia*, *Guyotia*, *Hyellococcus*, *Trichodesmium*, *Borzia*, *Gomontiella*, *Filarszkya*, *Proterendothrix*, *Porphyrosiphon*, *Polychlamydum*, *Dasyglœa*, *Catagnymene*, *Pelagothrix*, *Haliarachne*, *Isocystis*, *Phylloderma*, *Wollea*, *Richelia*, *Aulosira*, *Hormothamnion*, *Campylonema*, *Glœochlamys*, *Diplocolon*, *Loriella*, *Nostochopsis*, *Myxoderma*, *Chondroglœa*, *Leptochæte*, *Polythrix*, *Sacconema*, *Loefgrenia*, *Camptothrix*, *Ammatoidea*.

Voici maintenant la manière dont se répartissent les espèces françaises dans la classification.

Ordre I : Coccogoneæ. — La famille des **Chroococcaceæ** comprend 9 *Chroococcus*, 1 *Chroothece*, 22 *Glœocapsa*, 1 *Entophysalis*, 1 *Placoma*, 6 *Glœothece*, 2 *Aphanocapsa*, 2 *Aphanothece*, 3 *Microcystis*, 1 *Clathrocystis*, 1 *Gomphosphæria*, 4 *Merismopedium*, 3 *Oncobyrsa*.

La famille des **Chamæsiphonaceæ** comprend 2 *Radaisia*, 2 *Hyella*, 4 *Dermocarpa*.

Ordre II : Hormogoneæ. — La famille des **Oscillatoriaceæ** comprend 36 *Oscillatoria*, 2 *Arthrospira*, 7 *Spirulina*, 26 *Phormidium*, 20 *Lyngbya*, 7 *Symploca*, 5 *Hydrocoleus*, 9 *Hypheothrix*, 2 *Symplocastrum*, 7 *Inactis*, 3 *Schizothrix*, 1 *Sirocoleus*, 5 *Microcoleus*.

La famille des **Nostochaceæ** comprend 24 *Nostoc*, 3 *Nodularia*, 8 *Lyngbya*, 1 *Aphanizomenon*, 5 *Cylindrospermum*, 4 *Microchæte*.

La famille des **Scytonemaceæ** comprend 5 *Plectonema*, 12 *Scytonema*, 8 *Tolypothrix*, 1 *Desmonema*.

La famille des **Stigonemaceæ** comprend 1 *Mastigocoleus*, 2 *Hapalosiphon*, 3 *Fischerella*, 7 *Stigonema*, 1 *Capsosira*.

La famille des **Rivulariaceæ** comprend 2 *Amphithrix*, 17 *Calothrix*, 3 *Dichothrix*, 1 *Isactis*, 13 *Rivularia*, 1 *Brachytrichia*.

La famille des **Camptotrichaceæ** n'a aucun représentant en France.

D'une manière générale, les Cyanophycées sont beaucoup moins « localisées » que les autres végétaux. La température paraît leur être, en partie, indifférente, de même que l'altitude. Ce qui dirige leur répartition, c'est seulement la nature de l'eau — douce ou salée — et son abondance — extrême ou modérée; on comprend que, dans ces conditions, elles peuvent trouver les conditions nécessaires à leur développement aussi bien dans le Nord que dans le Midi, aussi bien dans la montagne que dans la plaine.

Un des habitats bien particuliers des Cyanophycées, est de végéter sur la terre plus ou moins humide, qu'elles couvrent d'une couche d'un bleu verdâtre ou qu'elles occupent en masses disséminées çà et là. Certaines espèces se contentent de la terre nue, mais beaucoup d'entre elles demandent des conditions qui favorisent la conservation de l'humidité, comme, par exemple, la présence d'un tapis moussu. Ces espèces terrestres sont, surtout, les suivantes :

Chroococcus macrococcus (Ktz.) Rab.
Glœocapsa mellea Ktz.
— *quaternata* (Bréb.) Ktz.
— *atrata* Ktz.
Glœothece confluens Næg.
— *rupestris* (Lyngb) Born.
Oscillatoria sancta (Ktz.) Gom.
Phormidium autumnale (Ag.) Gom.
Symploca muralis Ktz.
— *radians* (Ktz.) Rab.
Hypheothrix arenaria (Berk). Forti.
Schizothrix Muelleri Næg.
— *Lamyi* Gomont.
Microcoleus vaginatus (Vauch.) Gom.
Nostoc Passerinianum (de Not.) B. et F.
— *Muscorum* Ag.
— *humifusum* Carmichael.
Nostoc foliaceum Mougeot.
— *commune* Vaucher.
— *minutum* Desm.
Cylindrospermum stagnale (Ktz.) B. et F.
— *majus* Ktz.
— *licheniforme* (Bory) Ktz.
— *muscicola* (Ktz.)
— *catenatum* Ralfs.
Scytonema stuposum (Ktx.) Born.
— *ocellatum* Lyngb.
— *Hofmanni* Ag.
— *Myochrous* (Dillw.) Ag.
— *velutinum* (Ktz.) Rab.
— *crassum* Næg.
Fischerella muscicola (Thur.) Gom.
— *ambigua* (Næg.) Gom.
Stigonema turfaceum (Berk.) Cooke.

Ces espèces « grimpent », souvent, de la terre sur la base du tronc des arbres. Deux, particulièrement, sont, même, plus spécialement, lignicoles :

Glœocapsa lignicola (Ktz.) Rab.
Tolypothrix byssoidea (Hass). Kirchn.

Il en est qui trouvent l'humidité des vieux toits suffisante :

Glœocapsa stegophila (Itz.) Rab.
Phormidium leptodermum Ktz.

Un bon nombre d'espèces demandent une humidité « qui se renouvelle assez souvent » par le ruissellement à la surface de leur substratum ; elles la trouvent sur les murs verticaux ou les rochers. Ce sont, notamment :

Chroococcus turgidus (Ktz.) Næg.
— *sabulosus* (Meneg.) Hansg.
Chroothece monococca (Ktz.) Hansg.
Glœocapsa violacea (Corda) Rab.
— *mellea* Ktz.
— *montana* Ktz.
— *squamulosa* Bréb.
Glœothece rupestris (Lyngbye) Born.
Aphanocapsa virescens (Hassall) Rab.
Hyella fontana Hub. et Jadin.
Oscillatoria violacea (Wallr.) Hass.
Phormidium cebennense Gom.
— *incrustatum* (Næg.) Gom.
Hypheothrix calcicola (Ag.) Rab.
Hypheothrix lardacea (Cesrati.) Hansg.
Symplocastrum fragile (Ktz.) Forti.
— *Friesii* (Ag.) Kirchn.
Inactis rubella (Gom.) Forti.
Nostoc margaritaceum (Ktz.) Rab.
— *calcicola* Bréb.
Nodularia armorica Thuret.
Scytonema intertextum (Ktz) Rab.
— *crustaceum* Ag.
Stigonema panniforme (Ag.) Kirchn.
— *tomentosum* (Ktz.) Hieron.
— *minutum* (Ag.) Hass.
Dichothrix gypsophila (Ktz.) B. et F.

Ces espèces croissent à la surface *supérieure* des rochers. Certaines recherchent plutôt leur surface *inférieure*, qu'elles rencontrent surtout dans les cavernes :

Chroococcus glomeratus (Meneg.) Forti.
Glœothece violacea Rab.

Mais le plus grand nombre de nos espèces vivent dans les eaux tranquilles, comme, par exemple, le bord des marais, des lacs, des étangs, des flaques d'eau, des rivières au cours lent; elles s'y trouvent à la surface de la vase, entre les herbes du bord, tantôt plus ou moins libres, tantôt fixées à ces dernières, aux piliers des ponts, aux pierres submergées. C'est là que le phycologue peut faire une riche récolte :

Chroococcus turinensis (Næg.) Hansg.
— *fuligineus* (Lenorm.) Rab.
— *bituminosus* (Bory) Hansg.
Glœocapsa Magma (Bréb.) Ktz.
— *Shuttleworthiana* Ktz.
— *Peniocystis* Bréb.
— *janthina* Næg.
— *Paroliniana* Bréb.
— *rupestris* Ktz.
— *polydermatica* Ktz.
— *quaternata* (Bréb.) Ktz.
— *granosa* (Berk.) Ktz.
Glœothece membranacea (Rab.) Born.
— *linearis* Næg.
— *fuscolutea* Næg.
Aphanocapsa flava (Ktz.) Rab.
Aphanothece stagnina (Spr.) A. Braun.
— *Castagnei* (Bréb.) Rab.
Microcystis ochracea (Brand.) Forti.
— *firma* (Bréb. et Len.) Schmidle.
— *marginata* Ktz.
Chlathrocystis æruginosa (Ktz.) Henfrey.
Merismopedium glaucum (Ehr.) Næg.
Merismopedium æruginosum Bré.
— *convolutum* Bré.
Oncobyrsa Lemaniæ (Ag.) Gom.
— *sparsa* (Bréb.) Rab.
Radaisia Cornuana Sauv.
Oscillatoria rubescens D. C.
— *Agardhii* Gom.
— *princeps* Vauch.
— *limosa* (Roth.) Ag.
— *curviceps* Ag.
— *major* Vauch.
— *ornata* (Ktz.) Gom.
— *anguina* (Bory.) Gom.
— *Bonnemaisonii* (Crouan) Gom.
— *irrigua* (Ktz.) Gom.
— *nigra* Vauch.
— *tenuis* Ag.
— *amphibia* Ag.
— *chlorina* (Ktz.) Gom.
— *splendida* Grev.
— *animalis* Agardh.
— *brevis* (Ktz). Gom.
— *formosa* Bory.
— *Porettana* Menegh.
Arthrospira Jenneri (Ktz.) Stiz.
Spirulina major Ktz.
Phormidium tinctorium Ktz.
— *molle* (Ktz.) Gom.
— *fragile* (Menegh.) Gom.

Phormidium foveolarum (Mont.) Gom.
— *luridum* (Ktz.) Gom.
— *purpurascens* (Ktz.) Gom.
— *valderianum* (Delp.) Gom.
— *laminosum* (Ag.) Gom.
— *tenue* (Men.) Gom.
— *Boryanum* Ktz.
— *inundatum* Ktz.
— *fonticola* Ktz.
— *ambiguum* Gom.
— *Retzii* (Ag.) Gom.
— *favosum* (Bory) Gom.
— *subfuscum* Ktz.
— *uncinatum* (Ag.) Gom.
Lyngbya nigra C. Ag.
— *ærugineo-cærulea* (Ktz.) Gom.
— *versicolor* (Wartm). Gom.
— *ochracea* (Roth.) Tur.
— *spirulinoides* Gom.
— *Muscorum* (Ag.) Gom.
— *Brebissonii* Ktz.
Hydrocoleus homæotrichus Ktz.
Hypheothrix Regeliana Næg.
— *lateritia* Ktz.
— *coriacea* Ktz.
— *rufescens* Ktz.
— *subcontinua* (Næg.) Ktz.
Inactis pulvinata Ktz.
— *lacustris* (A. Br.) Forti.
— *vaginata* Næg.
— *tinctoria* (Ag.) Thur.
Schizothrix purpurascens (Ktz.) Gom.
Microcoleus paludosus (Ktz.) Gom.
Nostoc cuticulare (Bréb.) Born. et Flah.
— *entophytum* Born. et Flah.
— *paludosum* Ktz.
— *Linckia* (Both) Born. et Flah.
— *piscinale* Ktz.
— *rivulare* Ktz.
— *carneum* Ag.
— *spongiæforme* Ag.
— *sphæricum* Vaucher.
— *macrosporum* Menegh.
— *microscopicum* Carm.
— *cæruleum* Lyngbye.
— *pruniforme* (L.) Ag.
— *parmelioides* Ktz.
Nodularia sphærocarpa B. et F.
Anabæna spherica B. et F.
— *Flos-aquæ* (Lyngbye) Bréb.
— *circinalis* Rab.
— *inæqualis* (Ktz.) B. et F.
— *Catenula* (Ktz.) B. et F.
— *oscillarioides* Bory.
Microchæte tenera Thur.
— *striatula* Hy.
— *diplosiphon* Gomont.
Plectonema Tomasinianum (Ktz.) Bornet.
— *tenue* Thur.
— *purpureum* Gom.
— *Nostocarum* Born.
Scytonema crispum.
— *tolypotrichoides* Ktz.
— *mirabile* (Dillw.) Bornet.

Scytonema alatum (Carm.) Borzi.
Tolypothrix distorta (H.-B.) Ktz.
— *lanata* (Desv.) Wartm.
— *tenuis* Ktz.
— *penicillata* (Ag.) Thur.
— *limbata* Thuret.
— *fasciculata* Gom.
— *Bouteillei* Breb. et Desm.
Desmonema Wrangelii (Ag.) B. et F.
Hapalosiphon fontinalis (Ag.) Born.
Stigonema hormoides (Ktz.) B. et F.
— *ocellatum* (Dillw.) Th.
informe Ktz.
Capsosira Brebissonii Ktz.
Amphithrix janthina (Mont.) B. et F.
Calothrix balearica Born. et Fl.
— *juliana* (Meneg.) B. et Fl.
Rivularia natans (Hedw.) Welw.
— *Pisum* Ag.
— *minutula* (Ktz.) B. et Fl.
— *dura* Roth.

Ces espèces des eaux douces se répandent souvent à la surface des marais et des étangs, constituant une partie de ce que l'on a appelé « des fleurs d'eau ». Les plus « pélagiques » sont :

Chroococcus limneticus Lemm.
Gomphosphæria lacustris Chodat.

Dans les eaux thermales, on peut rencontrer une bonne partie des espèces que j'ai citées ci-dessus, c'est-à-dire que la température leur est relativement indifférente. Mais, à côté d'elles, on en trouve d'autres qui ne se trouvent guère que dans les eaux chaudes :

Chroococcus aurantiacus (Lib.) de Toni.
Glœocapsa fulva Ktz.
— *gelatinosa* Ktz.
— *arenaria* (Hassll.) Rab.
Merismopedium thermale Ktz.
Oscillatoria simplicissima Gom.
— *geminata* (Men.) Gom.
— *amœna* (Ktz.) Gom.
Oscillatoria Okeni (Ag.) Gom.
— *chalybea* (Mertens) Gom.
— *terebriformis* (Ag.) Gom.
Spirulina subtilissima Ktz.
Symploca thermalis (Ktz.) Rab.
Hapalosiphon laminosus Hansg.
Fischerella thermalis (Schwabe) Gom.

D'autres espèces d'eau douce, au lieu de tranquillité et de chaleur, exigent de l'eau passant sur elles avec une grande vitesse. Aussi ne les trouve-t-on que dans les fleuves au cours rapide, sur les rochers des torrents et des cascades :

Glœocapsa microphthalma Ktz.
Phormidium corium (Ag.) Gom.
— *subfuscum* Ktz.
— *crassiusculum* Ktz.
Symploca dubia (Næg.) Gom.
Inactis fasciculata (Næg.) Grun.
— *penicillata* (Ktz.) Forti.
Nostoc verrucosum (L.) Vauch.
Rivularia hæmatites (D. C.) Ag.

Bon nombre des espèces d'eaux douces peuvent vivre indifféremment dans celles-ci et dans les eaux salées. Les plus caractéristiques à cet égard sont :

Phormidium papyraceum (Ag.) Gom.
Choococcus turgidus (Ktz.) Næg.
Lyngbya variabilis Ktz.
Aphanizomenon Flos-aquæ (L.) Ralfs.
Calothrix fusca (Ktz.) B. et F.
— *stagnalis* Gom.
— *adscendens* (Næg.) B. et F.
Rivularia punctulata (Thur.) Forti.

Mais la même faculté s'applique à quelques autres et, non loin du bord de la mer, on peut les trouver côte à côte avec les espèces marines et même mélangées avec elles. Les eaux saumâtres ont, cependant, leur flore particulière, que, d'ailleurs, on peut rencontrer aussi dans les marais salants :

Oscillatoria margaritifera (Ktz.) Gom.
— *Lloydiana* Gom.
Spirulina Nordstedtii Gom.
Lyngbya gracilis (Meneg.) Rab.
Anabæna torulosa (Carm.) Lag.

Quant à la mer elle-même, elle a une flore beaucoup plus riche qu'on ne se l'imagine généralement, le nombre des *individus* de chaque espèce étant sensiblement moins grand que celui des espèces d'eau douce ou terrestre. Ces espèces marines ont, d'autre part, une aire de répartition très étendue. Beaucoup par exemple se rencontrent presque aussi bien dans la Manche et l'Atlantique que dans la Méditerranée :

Oncobyrsa marina (Grun.) Rab.
Hyella cæspitosa Born. et Flah.
Dermocarpa prasina (Reinsch.) T. et B
— *biscayensis* Sauv.
— *strangulata* Sauv.
— *violacea* Crouan.
Oscillatoria nigro-viridis Thwait.

Certaines, cependant, sont particulières à la Manche et à l'Atlantique. En voici l'énumération, avec, marquées d'une *, celles qui sont plus particulièrement localisées dans le Golfe de Gascogne :

Spirulina subsala Oersted.
Lyngbya sordida (Zan.) Gomont.
— *majuscula* Harv.
— *confervoides* C. Ag.
— *semiplena* (C. Ag.) J. Ag.
Symploca hydnoides Ktz.
Hydrocoleus lyngbyaceus Ktz.
Microcoleus Chthnoplastes Thuret.
Nostoc ellipsosporum (Desm.) Rab.
Nodularia spumigena Mertens.
Microchæta grisea Thur.
Mastigocoleus Testarum Lagerheim.
Amphithrix violacea (Ktz.) B. et F.
Calothrix confervicola (Roth.) Ag.
— *fusco-violacea* Crouan
— *scopulorum* (W. et M.) Ag.
— *Contarenii* (Zan.) B. et F.
— *parasitica* (Chauv.) Thur.
— *æruginea* (Ktz.) Thuret.
— *crustacea* Thuret.
Isactis plana (Harv.) Thuret.
Rivularia polyotis (Ag.) B. et F.
— *atra* Roth.
— *coadunata* (Somm.) Forlie.
Brachytrichia Balani (Lloyd) B. et F.
Glæocapsa crepidinum Thur.
Glæocapsa chrysophthalma Mont.
* *Placoma vesiculosa* Schousb.
* *Radaisia Gomontiana* Sauv.
Oscillatoria Corallinæ (Ktz.) Gom.
— *rosea* (Cr.) Batters.
— *subviolacea* Cro.
— *zostericola* Crouan.
— *subuliformis* (Thw. Gom.
— *lætevirens* (Crouan) Gom.
* *Arthrospira miniata* (Hanck.) Gom.
Spirulina Meneghiniana Zanard.
— *rosea* Crouan.
— *labyrinthiformis* (Men.) Gom.
Phormidium persicinum (Rhe.) Gom.
— *submembranaceum* (A. et S.) Gom.
* *Lyngbya Baculum* Gom.
— *Agardhii* (Crouan) Gom.
* — *Meneghiniana* (Ktz.) Gom.
— *Æstuarii* (Mert.) Liebm.
— *ambigua* Ktz.
— *cinerescens* Ktz.
— *lutea* (Ag.) Gom.
— *strangulum* Ktz.
Symploca atlantica Gom.
* *Hydrocoleus glutinosus* (Ag.)
Hypheothrix Lenormandiana (Gom.) Forti.

Contrairement aux espèces d'eau douce, la plupart des espèces marines ne sont pas libres, mais, pour ne pas être emportées par le flux, fixées aux rochers ou aux autres Algues, parfois incrustées dans les coquilles. Beaucoup d'entre elles ne se trouvent qu'à la limite la plus supérieure du flux, c'est-à-dire qu'elles ne reçoivent des paquets de mer que pendant peu de temps dans les vingt-quatre heures, voire même pas du tout quand la marée est faible. Les autres espèces se trouvent dans la zone supérieure et, en moins grand nombre, dans la zone moyenne de la mer ; celles de la zone inférieure sont très rares :

* *Sirocoleus Kurzii* (Zeller.) Gom.
Microcoleus acutirostris Gom.
— *tenerrimus* Gom.
Plectonema terebrans B. et F.
Calothrix rubra.
— *pulvinata* (Mert.) Ag.
— *parietina* (Næg.) Thur.
Dichothrix Baueriana (Grunow) B. et F.
— *orsiniana* (Ktz.) B. et F.
Rivularia australis Harvey.
— *bullata* (Poir.) Berkeley.
— *nitida* Ag.

D'autres, au contraire, sont spéciales au littoral méditerranéen :

Entophysalis granulosa Ktz.
Lyngbya salina Ktz.
— *margaritacea* Ktz.
Hydrocoleus floccosus (Hauck.) Gom.
Calothrix consociata (Ktz.) B. et F.
— *prolifera* Flahault.
Rivularia mesenterica Thur.

Et, pour terminer cette étude de la répartition géographique des Cyanophycées, il faudrait encore énumérer celles qui vivent en symbiose avec les champignons dans certains Lichens, comme par exemple, les *Scytonema* des *Stereocaulon*, les *Glœocapsa* des *Synalissa*, les *Nostoc* des *Collema*, les *Rivularia* des *Lichina*, mais leur systématique est, malheureusement, encore trop incomplète.

EFFET DE L'ÉLECTROLYSE

SUR LE POUVOIR AMYLOLYTIQUE D'UNE INFUSION DE MALT

par Mlle G. PROMSY et M. P. DREVON

Au cours de recherches antérieures destinées à mettre en lumière l'action ionique des acides sur les végétaux, nous avons reconnu incidemment que le passage du courant provoquait l'abaissement du quotient respiratoire et un retard dans la germination des graines de *Faba vulgaris* (1).

Pour expliquer le premier de ces phénomènes, nous avons émis les hypothèses suivantes : L'électrolyse augmente, à l'intérieur de la graine, les oxydations de corps dont la décomposition donne un rapport $\frac{CO^2}{O}$ assez faible, ou bien elle diminue l'émission d'acide carbonique provenant de décompositions où n'intervient pas l'oxygène (l'acide carbonique provenant du dédoublement des matières albuminoïdes par la carbonase de Palladine) ou encore elle entrave le rôle de réserve oxygénée joué dans la respiration normale des fèves par le tégument (2).

On remarque que ces diverses hypothèses étaient basées sur la possibilité d'une modification des activités diastasiques à l'intérieur de la graine sous l'influence de la traversée du courant.

---

(1) G. Promsy. Du rôle des acides dans la germination. (*Thèse de Doctorat ès-sciences*, Paris 1912).

(2) Les recherches de l'un de nous nous ont montré qu'il existe dans le tégument de certaines graines des substances capables de céder à l'embryon des réserves d'oxygène sous l'influence d'actions diastasiques. (Nous avons constaté en effet que les réactions qui se produisent dans la cellule morte, et qui sont réglées uniquement par les affinités chimiques et l'action des diastases, aboutissent à des échanges gazeux avec l'atmosphère ayant un rapport $\frac{CO^2}{O}$ supérieur à un.) G. Promsy ; Thèse citée plus haut, note (1).

C'est cette action perturbatrice de l'électrolyse sur le pouvoir des enzimes qu'il restait à établir et qui fait l'objet des présentes recherches.

La diastase choisie a été l'amylase de l'orge germée. Afin d'opérer dans les conditions les plus voisines des conditions biologiques, nous n'avons pas isolé le ferment qui n'aurait d'ailleurs vraisemblablement pas conduit l'électricité, mais nous avons employé comme liquide saccharifiant l'infusion de malt naturelle.

Voici la technique suivie dans nos expériences :

On fait macérer pendant 10 heures un poids donné de malt de brasserie, préablement moulu, dans un volume d'eau distillée. Le liquide amylolytique ainsi obtenu est filtré, puis divisé en un certain nombre de volumes égaux qui seront soumis à une électrolyse plus ou moins intense, un dernier volume non traité devant servir de témoin.

La cuve à électrolyse est une petite boîte de verre dans laquelle plongent les deux pôles en platine d'un courant fourni par une source galvanique de 220 volts débitant, suivant les expériences, de 0 mA à 50 mA pendant des temps variables.

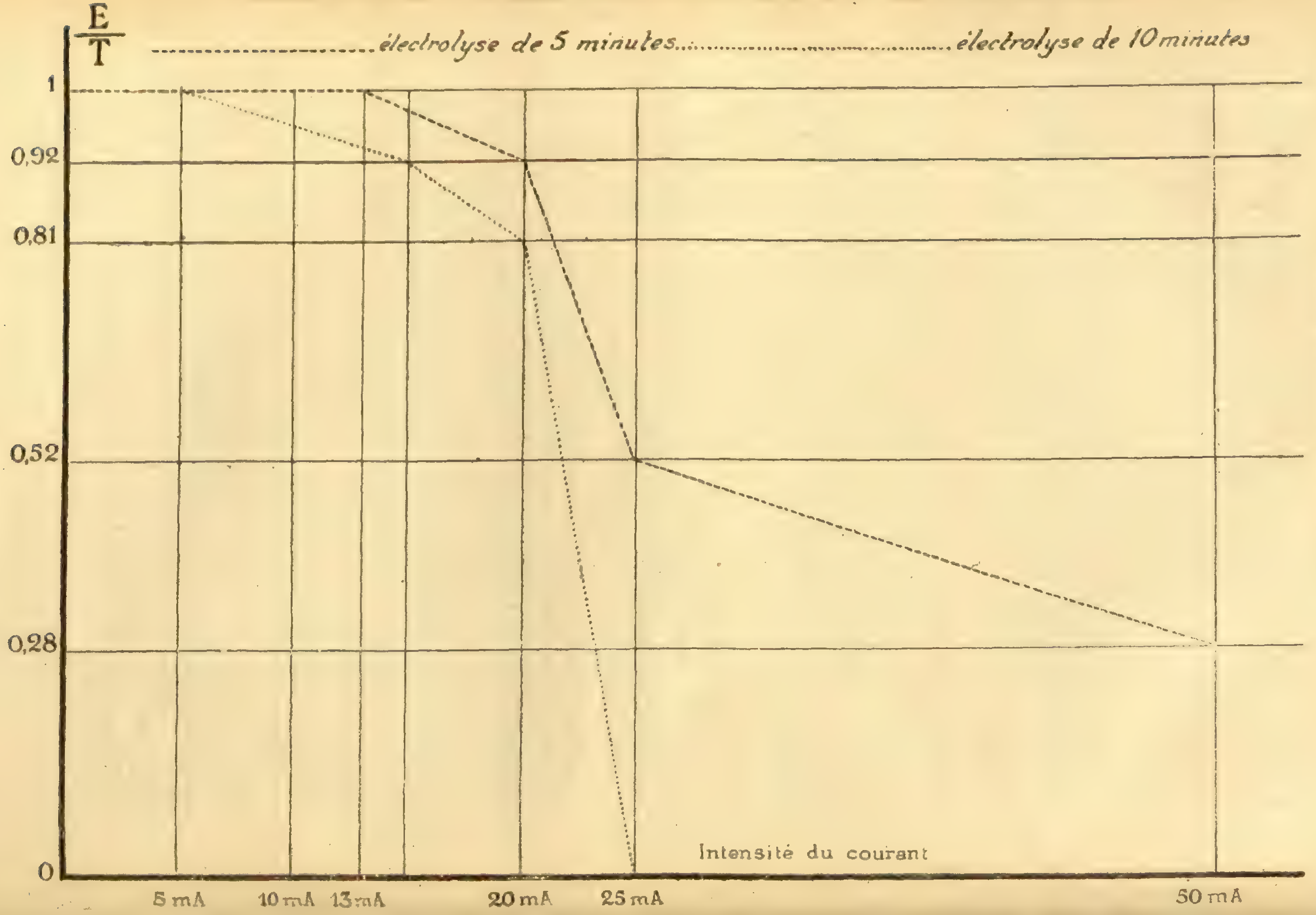
On prélève ensuite dans chacun des liquides traités, ainsi que dans l'infusion de malt témoin, 1^{cmc} de liquide diastasique que l'on porte dans 50^{cmc} d'une solution d'amidon soluble à 2 °/₀.

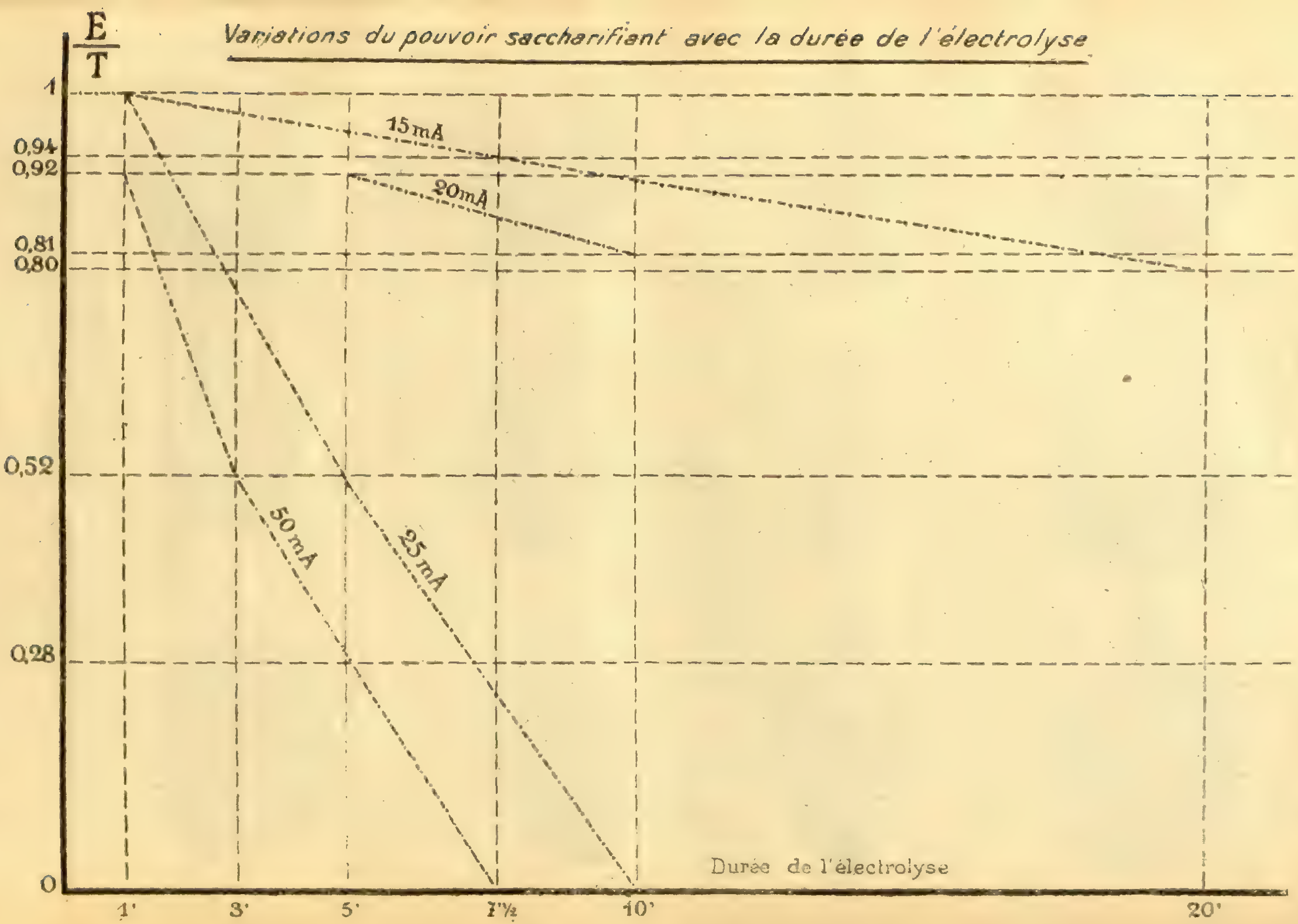
On déterminera plus tard la quantité de sucre réducteur formé au moyen de la liqueur de Fehling. Les mélanges de liquide saccharifiant à la solution d'amidon, et d'autre part les dosages correspondants, sont effectués pour les divers liquides à intervalles de temps égaux de façon que le temps de saccharification soit rigoureusement le même pour chacun des cas.

Après avoir déterminé la proportion de sucre fermentescible formé pour 100^{cmc} de solution d'amidon, on établira le rapport $\frac{E}{T}$ des proportions de sucre formé avec la diastase électrolysée et la diastase témoin.

Ce rapport est donc celui des pouvoirs saccharifiants.

Variations du pouvoir saccharifiant en fonction des intensités du courant





Variations du pouvoir saccharifiant avec la durée de l'électrolyse

Les courbes ci-jointes nous montrent bien que :

1° L'activité diastasique de la macération de malt est sensiblement diminuée par l'électrolyse de cette solution.

2° Pour une même intensité de courant, l'inactivation est en rapport direct avec la durée de l'électrolyse.

3° Pour une durée d'électrolyse semblable, l'inactivation varie dans le même sens que l'intensité du courant.

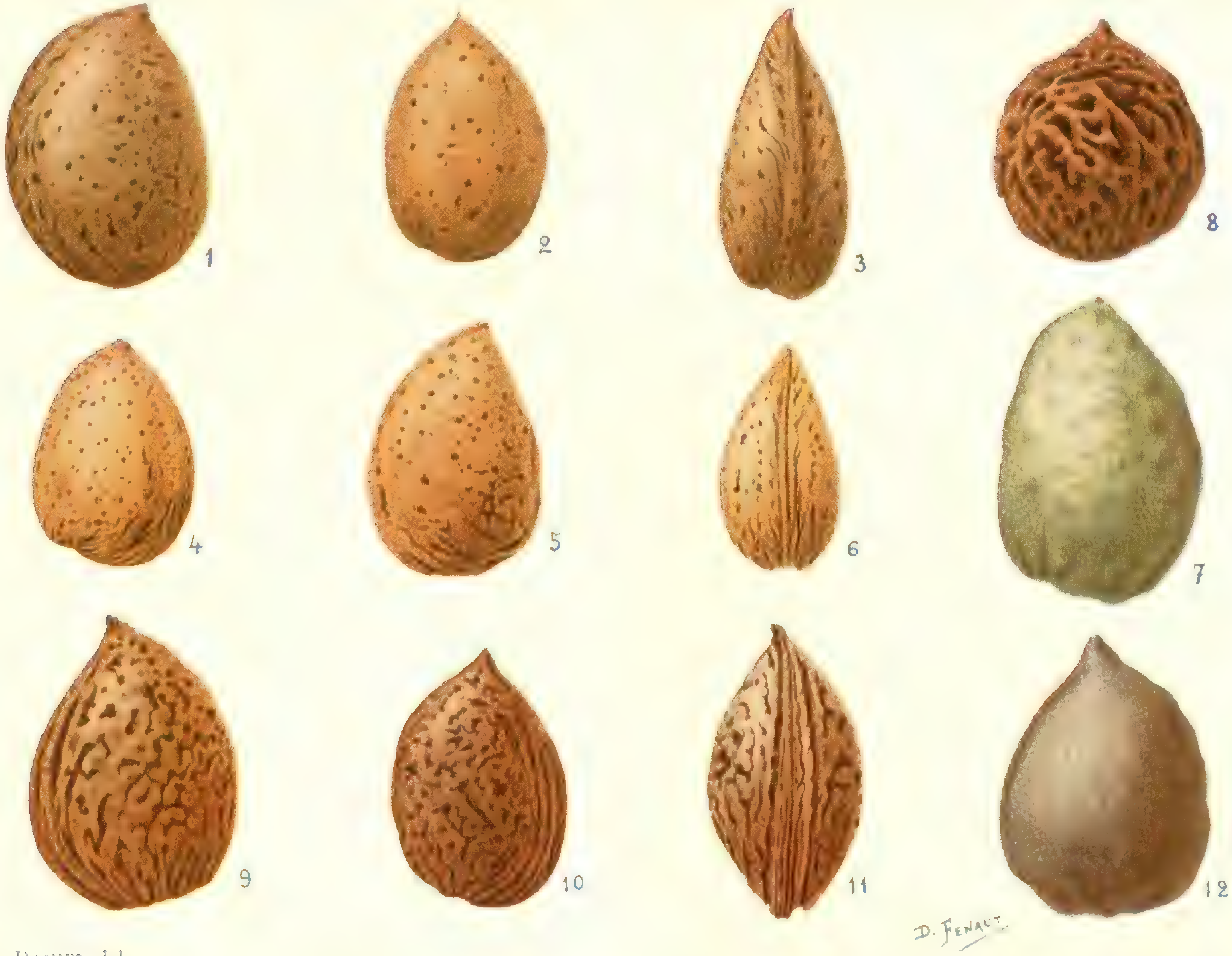
4° La paralysie complète de l'action diastasique est obtenue avec un courant de 25 mA agissant pendant 10 minutes. On arrive au même résultat en 7 minutes et demie avec un courant de 50 milliampères.

Cette influence de l'électrolyse, qu'elle s'exerce soit directement sur le ferment, soit indirectement par l'intermédiaire des ions mis en liberté dans la solution — et c'est ce dernier mode d'action qui nous paraît le plus vraisemblable — nous semble intéressante à divers points de vue.

Tout d'abord, elle éclaire les phénomènes physiologiques qui se produisent à l'intérieur des tissus vivants après le passage du courant. Elle fortifie les hypothèses que nous avions émises pour expliquer l'abaissement du quotient respiratoire des graines en voie de germination. Elle nous permet de donner encore à ce phénomène une autre cause car, l'oxydation du glucose se traduisant par un rapport $\frac{CO^2}{O}$ élevé, il est naturel que le retard de la saccharification à l'intérieur de la graine ait pour conséquence une diminution de ce rapport, diminution qui nous apparaît dès lors comme le retentissement de plusieurs modifications dans le chimisme végétal. De plus, le retard de développement que nous avons observé chez les graines électrolysées peut être attribué maintenant à ce que l'attaque de l'énorme masse des réserves hydrocarbonées de l'embryon est diminuée par suite de l'affaiblissement de l'amylase.

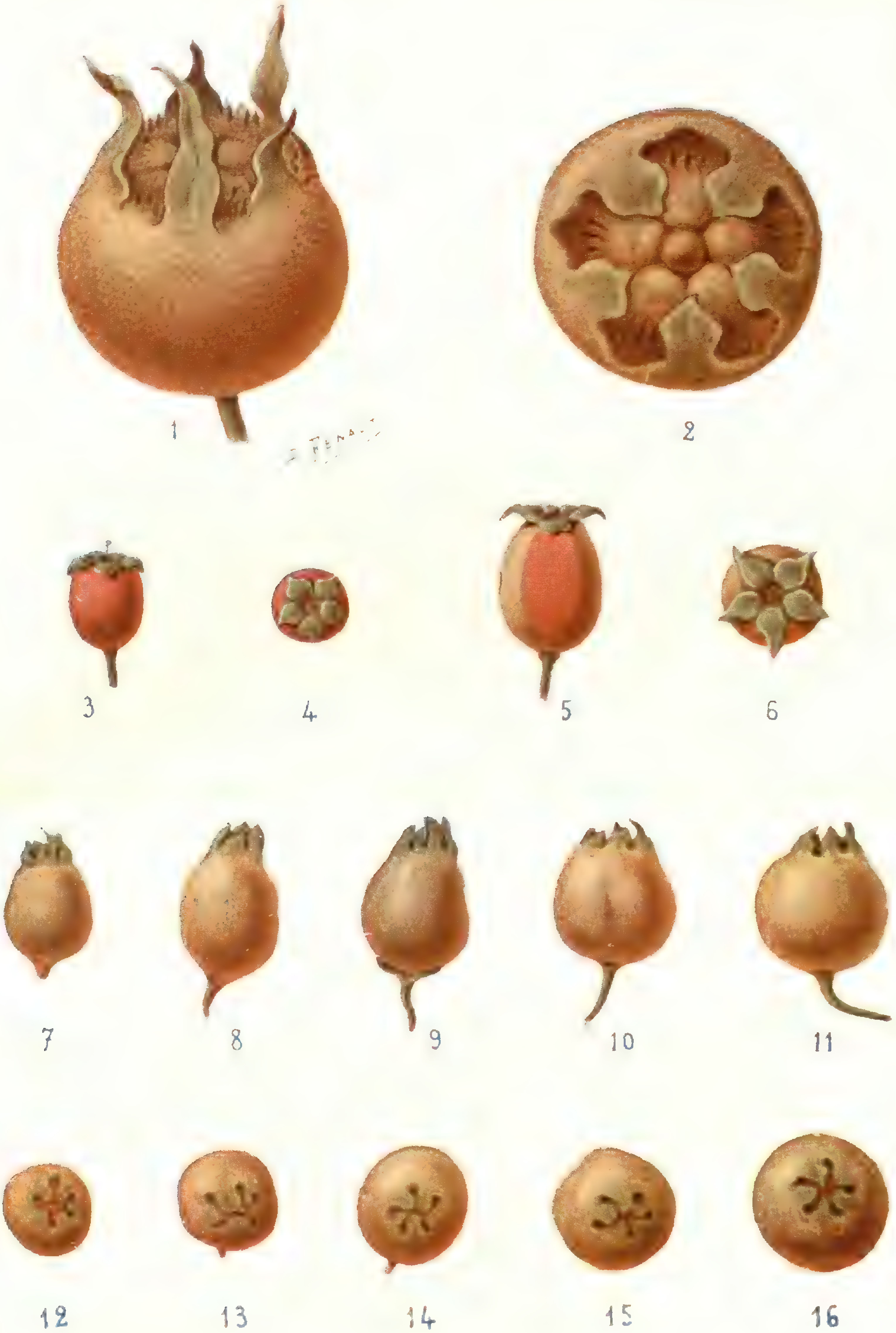
Enfin, l'action de l'électrolyse sur les diastases nous semble pouvoir trouver une utilisation au point de vue pratique, car il y aurait là un moyen extrêmement simple et rapide de régler l'activité d'un ferment. Il serait intéressant aussi de rechercher, par analogie, si une méthode comparable ne trouverait son application comme mode d'atténuation des sérums.

Nemours. — Imp. Henri Bouloy. *Le Gérant :* Henri Bouloy.


1
2
3
8
4
5
6
7
9
10
11
12
D. Fenaut

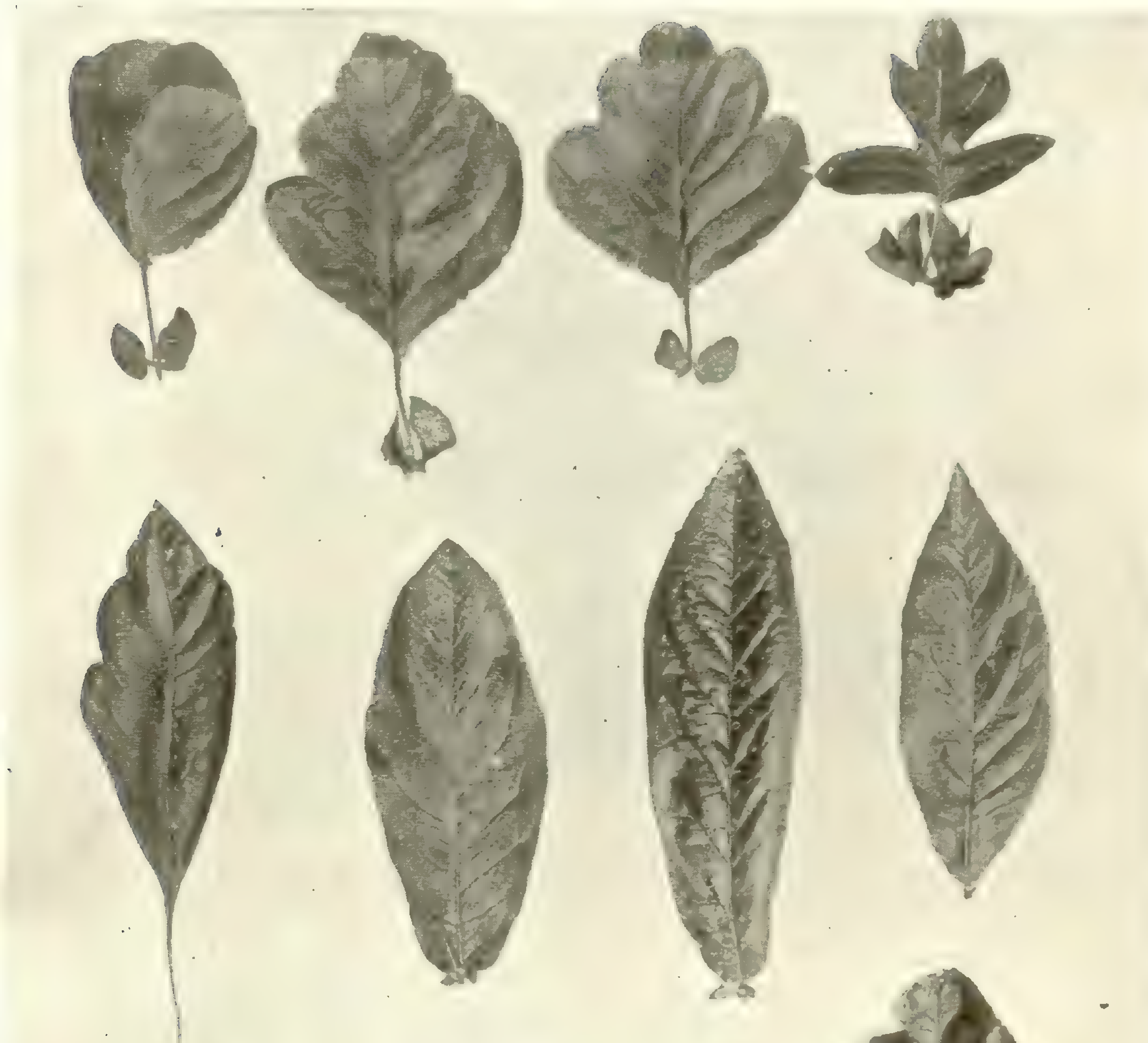
L. DANIEL del. BERTIN et Cie sc.

Le Pêcher-Amandier et ses générateurs.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16

DANIEL del. BERTIN et Cie sc.

Le Néflier de Saujon et ses générateurs.



L. DANIEL, phot. BERTIN et Cie sc.

Diverses formes de feuilles du Néflier de Bronvaux.

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME VINGT-SEPTIÈME

Livraison du 15 Mars 1915

N° 315 ✓

Entered at the New-York Post Office
as Second Class matter

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
1, RUE DANTE, 1

1915

LIVRAISON DU 15 MARS 1915

I. — ARVET-TOUVET, BOTANISTE DAUPHINOIS, ET SON ŒUVRE, par **M. Marcel Mirande**. 67

II. — RECHERCHES ANATOMIQUES SUR LES FEUILLES DES BROMÉLIACÉES, par **Mlle E. Keiline** 77

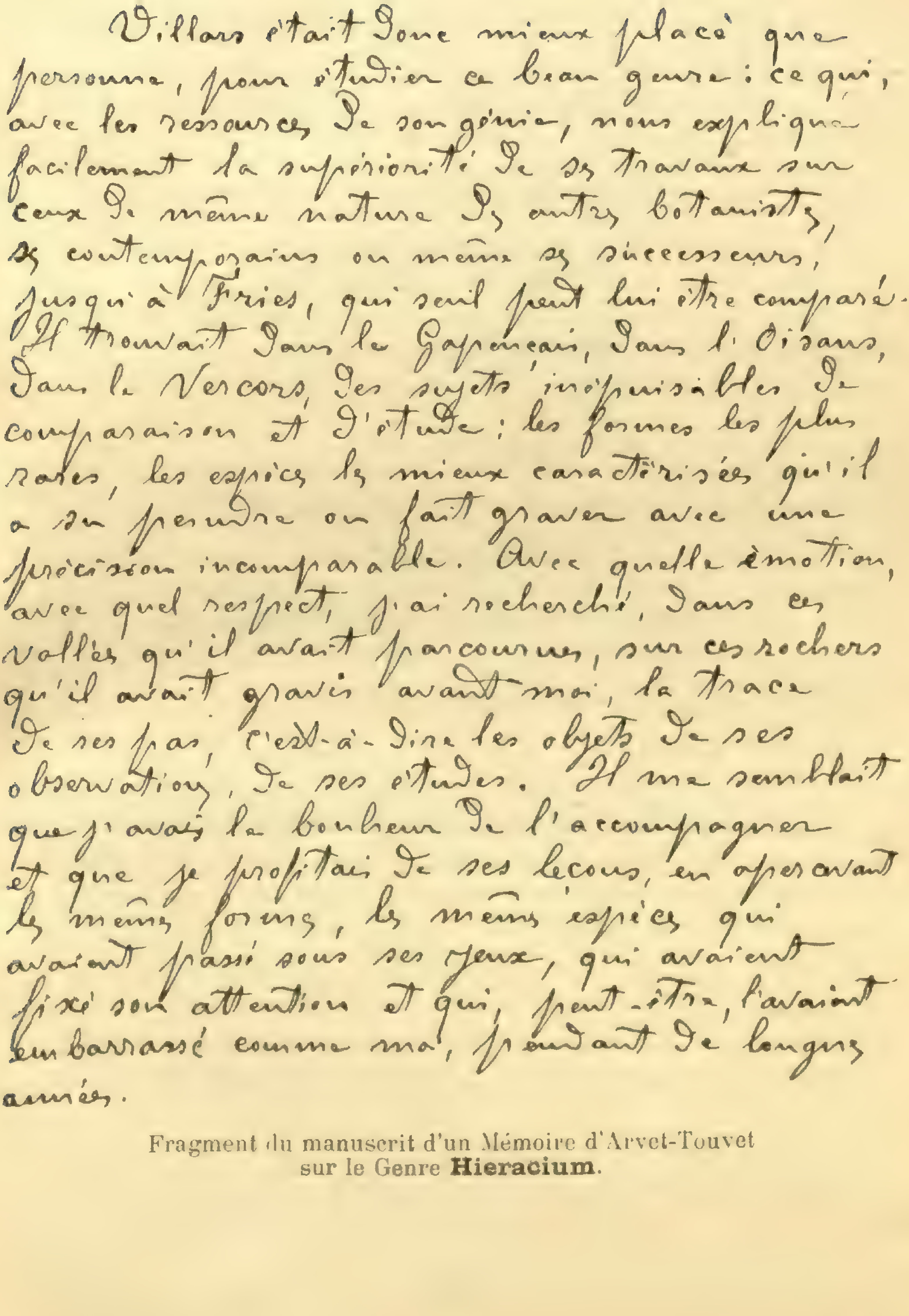
III. — CHRONIQUES ET NOUVELLES. 96

Cette livraison renferme 4 figures dans le texte
et le portrait d'Arvet-Touvet.

Pour tout ce qui concerne les Annonces, s'adresser à M. l'Administrateur de la Librairie générale de l'Enseignement, 1, rue Dante, Paris (Ve).

C. Arvet-Touvet

Casimir ARVET-TOUVET
4 mars 1841 — 4 mars 1913



Villars était donc mieux placé que personne, pour étudier ce beau genre : ce qui, avec les ressources de son génie, nous explique facilement la supériorité de ses travaux sur ceux de même nature des autres botanistes, ses contemporains ou même ses successeurs, jusqu'à Fries, qui seul peut lui être comparé. Il trouvait dans le Gapençais, dans l'Oisans, dans le Vercors, des sujets inépuisables de comparaison et d'étude ; les formes les plus rares, les espèces les mieux caractérisées qu'il a su peindre ou fait graver avec une précision incomparable. Avec quelle émotion, avec quel respect, j'ai recherché, dans ces vallées qu'il avait parcourues, sur ces rochers qu'il avait gravis avant moi, la trace de ses pas, c'est-à-dire les objets de ses observations, de ses études. Il me semblait que j'avais le bonheur de l'accompagner et que je profitais de ses leçons, en apercevant les mêmes formes, les mêmes espèces qui avaient passé sous ses yeux, qui avaient fixé son attention et qui, peut-être, l'avaient embarrassé comme moi, pendant de longues années.

Fragment du manuscrit d'un Mémoire d'Arvet-Touvet
sur le Genre **Hieracium**.

ARVET-TOUVET
BOTANISTE DAUPHINOIS
ET SON ŒUVRE

par M. Marcel **MIRANDE**

CHAPITRE PREMIER

Quelques détails sur la vie d'Arvet-Touvet. Ses travaux en dehors du genre HIERACIUM Ses idées philosophiques.

Le 4 mars 1913, mourait, à l'âge de soixante-douze ans, à Gières, près de Grenoble, où il était né et où il avait passé toute sa vie, l'un des plus éminents botanistes systématiciens de notre époque.

Pour les gens du pays, Casimir Arvet-Touvet était un brave propriétaire cultivant sa vigne et vivant du produit de sa terre et de quelques revenus ; on le voyait souvent passer à travers la campagne, portant en bandoulière une boîte verte ou un grand cartable ; les mieux avertis à son sujet disaient : il fait des livres!... il est très savant!... il parle en latin aussi bien qu'en français... c'est un homme très original, très bourru, qui mène une vie retirée et qui a la manie de cueillir des herbes...

Mais les amis, avec les botanistes du monde entier, savaient qu'à Gières vivait un homme de grande valeur, un philosophe naturaliste de premier ordre.

La mort de ce savant passa inaperçue ; les journaux scientifiques n'en firent pas mention car elle ne fut connue que peu à peu parmi les botanistes : Arvet-Touvet, aussi modeste qu'éminent, avait disparu sans bruit, couronnant par une mort silencieuse toute une longue vie de labeur solitaire, demeurant jusqu'à la fin ignoré de la foule et du monde officiel.

Cette figure dauphinoise, que la postérité mettra à côté de celle de Villars, méritait que la piété des botanistes dauphinois rendît à sa mémoire l'hommage qui lui est dû ; c'est en leur nom que nous nous acquittons aujourd'hui de ce devoir.

Avant d'écrire cette Notice sur la vie d'Arvet-Touvet, nous nous ouvrîmes de ce projet à divers savants botanistes, et notamment à l'éminent professeur Saverio Belli, de l'Université de Cagliari, en Sardaigne, qui, pendant près de trente ans, avait entretenu avec le botaniste de Gières des rapports de science et d'intime amitié.

Le savant italien s'empressa de répondre à notre lettre. Il termine ainsi cette réponse, en français, datée du 9 octobre dernier, pleine d'émotion au souvenir du vieux maître dauphinois :

> Votre lettre m'a causé une grande joie ! Je ne pouvais croire à un tel oubli de la part d'une Nation qui sait honorer ceux qui l'honorent. A l'époque de sa mort, j'avais préparé, pour les journaux botaniques italiens, un article nécrologique sur mon cher et regretté ami. Dans ces lignes, je laissais épandre mon admiration pour le Maître vénéré, pour cette belle figure de savant, fière et modeste. Je ne les ai pas publiées ; il me semblait irrévérent de parler de lui avant sa Patrie.
>
> Pauvre cher homme ! Je ne l'ai pas connu personnellement, pas plus que vous ; mais je garde son portrait au-dessus de ma tête, devant la table sur laquelle j'écris, et je relis souvent ses lettres.
>
> Je vous suis on ne peut plus reconnaissant de faire pour mon aimé Maître ce que vous faites, et cette belle âme de savant et d'homme adamantin se réjouira dans le monde des bons et des vertueux.
>
> Agréez, cher Monsieur et très honoré Confrère, mes plus cordiales salutations et les vœux les plus sincères que je fais pour la gloire de votre belle France, si cruellement éprouvée, mais toujours France !...
>
> Veuillez aussi excuser mon ignorance de votre belle langue qui ne me permet pas de dire tout ce que je sens pour votre Patrie, comme je voudrais.

Quelques jours après, le professeur Belli voulut bien nous communiquer le gros paquet des lettres que lui écrivit, pendant ses vingt-cinq dernières années, le savant botaniste dauphinois. Ces lettres, fort instructives, m'ont été d'une très grande utilité pour écrire les pages qui vont suivre.

* * *

Jean-Maurice-Casimir Arvet-Touvet naquit le 4 mars 1841 dans la vieille maison où il devait passer toute sa vie et mourir. Cette maison est située sur le bord de la route qui conduit à Uriage, à la sortie du bourg de Gières, au bas de la colline dominée par le fort du Mûrier et sur les pentes de laquelle se découpent les limites de la propriété du botaniste. Dans cette propriété, sur les flancs de la colline, se trouvent quelques ruines, vestiges d'un ancien château pris et incendié par le Connétable de Lesdiguières ; la maison d'habitation actuelle, que les habitants continuent à appeler le *château,* est, en partie, la demeure que se firent construire les Seigneurs de Gières, après la destruction de leur mânoir.

Le père de Casimir, Jean-Maurice Arvet-Touvet (1808-1858), et sa mère, Marie Cornier (1812-1891), étaient nés tous les deux à Corps, section de la commune de Saint-Martin-d'Uriage, chacun d'une famille de propriétaires-agriculteurs fixée depuis longtemps dans le pays ; ils achetèrent la propriété de Gières en 1836 et vinrent l'habiter quelques mois plus tard.

En 1850, le jeune Casimir est placé au Petit-Séminaire du Rondeau, à Grenoble. Arvet-Touvet, qui devait être plus tard un enthousiaste de la Nature et des grandes courses en liberté à travers monts et plaines, semble s'être habitué difficilement à la vie recluse du pensionnat, car à trois reprises il s'échappa du collège.

Il fut, au Rondeau, un excellent élève dans toutes les branches de l'enseignement et s'y fit remarquer de bonne heure par son aptitude pour les sciences naturelles. Nous ne considérerons pas cependant comme un signe de prédestination ce premier prix de Botanique qu'il remporta, dans la classe de troisième, à la distribution des prix du 18 août 1856, quoiqu'il ne laisse pas de marquer le goût naissant d'Arvet-Touvet pour cette science. Notons aussi qu'en marge de ses devoirs et leçons d'histoire naturelle, il chassait avec ardeur papillons et coléoptères et que les insectes piqués dans son pupitre d'écolier, après détermination, montrent déjà son aptitude à la systématique.

A la sortie du Rondeau, possédant une culture littéraire supérieure, n'ayant plus qu'à se perfectionner lui-même pour devenir le latiniste de premier ordre qu'il sera plus tard, il commença à la

Faculté de Droit de Grenoble des études qu'il ne conduisit pas jusqu'au bout et qu'il abandonna après deux années environ. Il rentra à Gières pour s'occuper, auprès de sa mère, veuve depuis plusieurs années, des soins de la propriété familiale et tout de suite sa voie fut tracée : il vivrait de ses revenus modestes, mais suffisants pour son ambition, et se consacrerait à la Botanique.

Déjà, dans ses nombreuses courses d'écolier en vacances, dans ses excursions d'étudiant, il avait parcouru une grande partie des montagnes de la région et s'était épris avec passion de cette admirable flore du Dauphiné. Il va désormais pouvoir consacrer tous ses loisirs à l'étude de cette flore, puis faire de cette étude son occupation principale, et c'est avec ses livres de Villars et de Mutel en mains qu'il commence l'exploration méthodique de la contrée qu'il habite. Trois botanistes de grand mérite guidèrent ses premiers pas, furent ses initiateurs dans la science des plantes : l'abbé P. Faure, savant professeur au Rondeau, duquel il devint ensuite le Supérieur ; J-B. Verlot, créateur du Jardin botanique de Grenoble, auteur de publications floristiques et horticoles très estimées ; l'abbé Ravaud, qui fut pendant de longues années curé du Villard-de-Lans, et dont le *Guide du Botaniste dans le Dauphiné* est encore très apprécié. Arvet-Touvet eut toujours pour ses trois maîtres, qui furent aussi ses intimes amis, la plus grande vénération, la plus sincère reconnaissance.

A l'âge de vingt-neuf ans, il a déjà acquis une connaissance très profonde de la flore dauphinoise et noté un grand nombre d'observations personnelles qu'il ne va pas tarder à publier.

Mais c'est l'année 1870 ! A l'appel de la Patrie, il s'engage dans la 1re compagnie des Francs-tireurs de l'Isère. Partis de Grenoble le 1er septembre, les Francs-tireurs étaient à Belfort le 3, et tout de suite ils harcelaient l'ennemi dans les Vosges, notamment à Girecourt, à Bruyères, à Remiremont... Le 22 octobre, Arvet-Touvet reçoit le baptême du feu dans une véritable bataille rangée à Châtillon-le-Duc, près de Besançon, où les Francs-tireurs combattent héroïquement à côté des zouaves, aux postes les plus avancés. Il prend ensuite part à de nombreux combats, notamment à celui de Châtillon-sur-Seine, qui fut brillant et heureux pour sa compagnie ; près de Dijon, à ceux de Messigny, de Pasques, de Talant, de Pouilly, de Fontaine ; à celui d'Autun, puis à ceux de Montbard, Baigneux-les-Juifs, etc. Les 21, 22, 23 janvier, sa compagnie, réunie à la brigade que commande le colonel Riccioti Garibaldi, se bat héroïquement à Dijon.

Arvet-Touvet fit vaillamment toute la campagne. Nous avons pu lire quelques-unes des lettres qu'il écrivait à sa mère ou à ses sœurs, parfois au lendemain même des combats. Elles décèlent le courage raisonné, la chrétienne abnégation avec laquelle il a fait le sacrifice de sa vie : « J'ai toujours eu confiance en Dieu et en vos prières, écrit-il à l'une de ses sœurs au lendemain de Châtillon-le-Duc. Dieu sauvera la France, j'en ai la certitude, et, s'il lui plaît, après avoir fait mon devoir sur le champ de bataille, je retournerai auprès de ma chère maman, auprès de vous tous qui êtes les miens... »

Dans ce combat, les balles pleuvent à ses côtés, plus de deux cents obus, passant au-dessus de sa tête, éclatent non loin de lui. Cela c'est la guerre, et il regarde la mitraille en souriant ; mais ses yeux se mouillent, le soir, lorsque la nuit, arrêtant la bataille, s'éclaire au loin des incendies criminels : « Ces Prussiens sont des barbares et des sauvages, dit-il ; ils mettent tout à feu et à sang. Hier, jour de la bataille, quatre villages étaient en flammes : c'était un spectacle sinistre, et le cœur était percé par ces hourras de joie poussés au milieu des cris de désespoir de ces malheureuses populations. La guerre, dans ces conditions, est la chose la plus affreuse que l'on puisse voir... » 1870... 1915 ! Il n'a pas été donné à Arvet-Touvet de vivre quelques mois de plus pour constater l'effrayant progrès de la criminelle mentalité germaine !

Quelques vieux frères d'armes d'Arvet-Touvet vivent encore à Grenoble et conservent de lui un souvenir bien cher. L'un d'eux, qui fit toute la campagne à ses côtés, nous parlait dernièrement de son endurance, de sa bravoure réfléchie et sans témérités inutiles.

Vers la fin de la guerre, après en avoir supporté vigoureusement toutes les fatigues, il fut atteint de la petite vérole et obligé de rentrer dans ses foyers ; la maladie fut grave et le mit à deux doigts du tombeau.

Aussitôt après sa guérison, Arvet-Touvet se remit à la botanique, recommença ses herborisations, compléta et mit au point les observations commencées avant son départ pour la guerre et en fit le sujet, vers la fin de cette année 1871, de sa première publication dédiée, en témoignage d'affection et de reconnaissance, à son savant maître et ami, l'abbé P. Faure.

Son esprit supérieur d'analyse, ses éminentes qualités d'observateur, son sens critique aiguisé l'avaient amené tout de suite à trouver des espèces ou des formes nouvelles dans une foule de genres, et le genre *Hieracium* l'avait séduit dès le début de ses études floristiques. Dans sa première publication, il donne déjà une place importante aux *Hieracium;* il se consacrera de plus en plus à l'étude de ces plantes, puis, bientôt, il se spécialisera dans ce genre botanique, le plus difficile peut-être de tous les genres chez les végétaux vasculaires et dont l'illustre botaniste suédois Fries disait : « *Hieraciorum genus, in opprobrium scientiæ, Botanici adhuc præbet nodum quendam gordium.* »

Arvet-Touvet ne va pas tarder à dépasser, dans cette étude ardue, tous ses devanciers, même celui que Fries encore appelait *Botanicorum hieraciologicum princeps*, notre illustre botaniste dauphinois Villars.

⁂

C'est donc surtout comme hiéraciologue qu'Arvet-Touvet est connu dans la science moderne, et c'est à ce titre qu'il méritera de passer à la postérité. Mais nous ne saurions donner une analyse exacte de son œuvre, la comprendre complètement, comprendre surtout l'évolution de son esprit scientifique, sans dire quelques mots des études qui ont occupé ce botaniste en dehors du genre *Hieracium*.

La première publication d'Arvet-Touvet date, avons-nous dit, de 1871 : *Essai sur les Plantes du Dauphiné. Diagnosis specierum novarum vel dubio præditarum*. Les observations de l'auteur, dans ce mémoire de 72 pages, s'étendent à des genres nombreux et divers, mais l'étude du genre *Hieracium* y tient déjà une place dont l'importance va s'accroître avec les publications ultérieures. Dès 1880 et 1881, deux de ses mémoires portent uniquement sur le genre *Hieracium*. A partir de l'année 1885, où il publie, dans les *Comptes rendus de l'Association française pour l'Avancement des Sciences* (Congrès de Grenoble), un *Commentaire sur le genre* **Hieracium**, jusqu'à la fin de sa vie, il se consacre entièrement à ce genre critique, et si, en 1897, il publie une Note *Sur un nouveau* *genre de Chicoracées* (1), il faut remarquer qu'elle n'est qu'un corollaire de ses études sur les *Hieracium*. Chargé, en effet, de la révision de ce genre dans le célèbre Herbier Delessert, à Genève, Arvet-Touvet eut l'occasion, en examinant les plantes mexicaines de cette collection, de créer le genre nouveau *Crepidopsis* sur un échantillon récolté en 1888 par C.-G. Pringle et rapporté par ce botaniste au *Hieracium Schultzii* Fries. Si, à la rigueur, on veut faire de cette plante un *Hieracium*, il faudrait le ranger dans la section *Crepidisperma* du sous-genre *Stenotheca ;* mais les caractères des akènes et des poils glanduleux militent en faveur de la création d'un genre nouveau.

Les premières publications d'Arvet-Touvet sont le résultat de ses nombreuses explorations dans les plaines et les montagnes des environs de Grenoble, dans la région du Lautaret et celle de Briançon, sur les montagnes de Villard-Saint-Cristophe, à la Bérarde, au Taillefer, dans les Grandes-Rousses, au Mont Viso, au Mont Cenis, dans le Queyras, etc. ; il possède une connaissance approfondie des richesses végétales du Dauphiné, de la Savoie, de toute la région des Alpes en général. Il décrit nombre d'espèces nouvelles dans une foule de genres. La liste de ces genres, rien que dans son mémoire de 1871, pourrait paraître fastidieuse si elle n'était bien faite pour permettre de saisir l'acuité de l'esprit d'observation et d'analyse chez ce naturaliste qui en est encore à ses débuts :

Thalictrum, Ranunculus, Silene, Sagina, Cerastium, Rhamnus, Trifolium, Astragalus, Oxytropis, Hippocrepis, Onobrychis, Prunus, Potentilla, Rosa, Seseli, Laserpitium, Galium, Valeriana, Knautia, Senecio, Leucanthemum, Achillea, Cirsium, Centaurea, Saussurea, Tragopogon, Pinguicula, Primula, Gentiana, Cerinthe, Myosotis, Orobanche, Veronica, Linaria, Euphrasia, Rhinanthus, Thymus, Stachys, Teucrium, Plantago, Atriplex, Salix, Orchis, Chamæorchis, Epipactis, Narcissus, Allium, Eriophorum, Carex, Agrostis, Deschampsia, Serrafalcus.

La science ne fera certainement pas état de toutes ces espèces nouvelles : beaucoup d'entre elles, en effet, sont des disjonctions d'autres espèces, basées sur des caractères minimes ; d'autres ne sont probablement que des variétés ou des hybrides. Ainsi, son *Valeriana isophylla*, son *Pinguicula auricolor*, son *Teucrium alpinum*, pour citer des exemples, sont bien proches parents du *V. montana*, du *P. alpina* et du *T. montanum*, et ne valent pas, semble-t-il, d'être érigés à la dignité d'espèces. D'ailleurs, l'auteur énonce lui-même, maintes fois, ses remarques dubitatives et ne cache pas la valeur assez faible des caractères de quelques-unes de ses spécifications. Fermement attaché à la tradition linnéenne, la minutie et la précision de son esprit d'analyse lui font côtoyer, sans qu'il s'en doute, pendant quelque temps, l'École jordanienne dont il devait être un adversaire résolu. Mais, s'il a pu parfois attribuer une valeur spécifique à de simples caractères individuels ou à des produits hybrides, ses observations n'en ont pas moins enrichi la flore dauphinoise d'une foule de formes nouvelles. D'autre part, il n'est pas douteux qu'un assez grand nombre de ses espèces pourront être conservées ; leur diagnose latine est établie en une langue impeccable, avec clarté et avec le soin le plus minutieux.

---

(1) *Annuaire du Conservatoire et du Jardin botaniques de Genève*, 1re année, 1897.

Il a longuement étudié les *Cirsium*, trouvé quelques espèces nouvelles et augmenté la liste des hybrides connus dans ce genre. Il a découvert même deux hybrides monstrueux du *Cirsium lanceolatum* et du *Carduus nutans ;* on connaît la proche parenté des genres *Cirsium* et *Carduus*, mais il est curieux d'en constater des formes hybrides.

A propos des hybrides, notons qu'Arvet-Touvet réprouvait la nomenclature de Schiède, d'après laquelle les appellations des formes sont constituées par la réunion des noms des deux espèces conjugées ; il donnait aux hybrides des noms particuliers comme pour des espèces ordinaires. Le principal avantage qu'il trouve à l'abandon du système de Schiède, surtout lorsqu'il s'occupera des *Hieracium*, c'est que, comme ce n'est ordinairement qu'à la longue et après de nombreuses observations qu'on est absolument sûr des parents, il s'ensuit qu'un hybride, avant de prendre le nom qui lui convient définitivement, risque d'en porter un grand nombre d'autres : l'on établit ainsi une confusion malheureuse, pleine d'une horrible cacophonie, sans aucun profit pour la Science.

Il signale aussi des hybrides de *Primula*, de *Dentaria*, de *Salix*, etc. quelques-uns nouveaux, d'autres trouvés pour la première fois en Dauphiné comme le *Salix ambigua* Ehrh. qui croît aux bords du lac de Saint-Julien-de-Ratx (Isère), et le *S. Amandæ* Anders., non encore signalé en France et qui croît au Lautaret dans le massif du Viso. Quelques-unes des espèces créées par Arvet-Touvet ou des formes hybrides nouvelles ou signalées ont été distribuées aux botanistes par la *Société dauphinoise pour l'échange des plantes.*

Arvet-Touvet avait acquis en quelques années une connaissance si profonde de la végétation du Dauphiné qu'il eut un instant le projet de publier une Flore de cette région. Plusieurs botanistes de grand renom l'encouragent dans cette pensée ; Malinvaud, l'éminent monographe du genre *Mentha*, dans une lettre datée du 25 mai 1882, lui dit : « Je souhaite que vous donniez suite à votre projet de publier une Flore de la région que vous habitez. Votre rectitude de jugement et votre sens critique donneront toujours une grande valeur à vos divers travaux. » Cette Flore eût été certainement la continuation et la mise au point de la science moderne de la célèbre *Histoire des Plantes du Dauphiné*, de Villars. Faut-il regretter qu'Arvet-Touvet n'ait pas donné suite à son projet ? Il lui eût fallu vivre deux vies ; la sienne, qui fut assez longue, devait être remplie par l'étude ardue du genre *Hieracium*, et c'est comme spécialiste de ce groupe difficile qu'il devait apporter sa pierre importante au monument de la science.

⁂

Dès le début de ses études botaniques, mais surtout quand il fut engagé dans l'investigation des formes inextricables du genre *Hieracium*, Arvet-Touvet, dont l'esprit philosophique était très aiguisé, se trouva aux prises avec les difficultés de la notion de l'espèce. La façon dont on conçoit l'espèce a une importance capitale en systématique, et le même sujet d'études sera traité différemment et donnera des résultats dissemblables suivant qu'il sera envisagé du point de vue polygéniste ou monogéniste. Arvet-Touvet se trouva, en effet, en présence des deux écoles dont l'antagonisme a rempli la science de discussions passionnées pendant de longues années et qui continuent encore à diviser les naturalistes. A laquelle se ralliera-t-il ? Sera-ce à celle de Linné que les de Jussieu, les de Candolle, les Cuvier ont appuyée de leur autorité et qui croit à la multiplicité des espèces de création spéciale et à leur fixité ? Sera-ce à celle qui, à la suite de Lamarck, de Geoffroy Saint-Hilaire et surtout de

Darwin, professe l'origine commune d'espèces instables en voie de perpétuelle transformation et constitue l'école transformiste ou évolutionniste ? Tout de suite il s'attacha d'une manière raisonnée à la croyance linnéenne, et sa ferveur pour elle devait augmenter avec l'âge et à mesure qu'il avançait dans la connaisance de la Nature. Il regardait, comme Boissier, les espèces : « *non comme des conceptions arbitraires de l'esprit humain, mais comme des créations sorties à des époques diverses de la puissante main de Dieu, ne pouvant se transmuer l'une en l'autre, mais souvent variables dans des limites plus ou moins étendues, quelquefois difficiles à tracer, mais qui toujours existent et qu'elles ne dépassent jamais.* » Il aimait à répéter, comme profession de foi, cette phrase du célèbre auteur du *Flora orientalis* (1).

On sait comment Alexis Jordan, animé de convictions théologiques très particulières, fit dévier l'école de Linné en un système funeste à la botanique par son aboutissement au morcellement exagéré des types linnéens, à ce que Planchon a appelé la pulvérisation des espèces. Le système jordanien, purement métaphysique, que quelques-uns de ses adeptes ont poussé jusqu'à l'absurde, démembre les types linnéens qu'il considère comme des assemblages de formes spécifiques distinctes, irréductibles les unes aux autres, susceptibles de se reproduire héréditairement. Dans ce système, l'espèce linnéenne est considérée, en somme, comme un genre d'ordre inférieur ; chaque forme correspond à une idée créatrice invariable et éternelle ; les variétés n'existent pas, il n'y a que des espèces immuables. Ce système, appliqué déjà par Jordan lui-même à ce genre *Hieracium* qui va devenir le champ d'études de prédilection d'Arvet-Touvet, avait conduit à la création d'un nombre considérable d'espèces qui ne sont que des formes accidentelles sans valeur pour la botanique systématique, et avait rendu presque inabordable l'étude de ce genre critique.

(A suivre.)

---

(1) Boissier, *Flora orientalis*, Préface, p. XXXI.

RECHERCHES ANATOMIQUES
SUR
LES FEUILLES DES BROMÉLIACÉES

par M^lle^ E. KEILINE

Introduction

Je me suis proposé dans ce travail d'examiner la structure des feuilles d'un certain nombre de Broméliacées et de chercher les rapports qui peuvent exister entre l'anatomie de ces feuilles et le mode de vie des plantes auxquelles elles appartiennent.

Rappelons que les Broméliacées ont une forme très caractéristique. De la tige, toujours très courte, on voit s'épanouir en rosette de longues feuilles souvent épineuses, presque toujours engainantes, et formant par leurs bases des espaces presque clos pouvant accumuler de grandes provisions d'eau.

Les Broméliacées sont des plantes de la région tropicale et subtropicale du Nouveau-Monde ; au Nord, on les trouve encore dans le Mexique, et, au Sud, elles s'étendent jusqu'au Chili. Elles croissent aussi bien dans les plaines que jusqu'à de hautes altitudes. Quoique particulièrement répandues en Amérique, on les rencontre pourtant dans quelques régions de l'Asie, surtout aux Indes occidentales.

On sait que le mode de vie de ces plantes est très varié ; les unes croissent dans les savanes chaudes et ensoleillées, les autres dans les forêts vierges obscures et humides. Parmi ces dernières, les unes se contentent de peu de lumière et sont alors terrestres, les autres au contraire ne pouvant se passer de lumière, se fixent sur les branches *des arbres souvent à une grande hauteur, là où les rayons lumineux pénètrent facilement. Ces plantes, bien que vivant sur différents arbres, n'empruntent à ces derniers aucune nourriture, et leurs racines ne contractent aucun rapport intime avec les branches sur lesquelles elles sont fixées. De tels végétaux se comportent vis-à-vis de l'arbre qui les porte comme tous les autres épiphytes appartenant à des familles variées telles que les Orchidées ou les Aroïdées. Si l'on considère chez les Broméliacées le substratum nutritif, on voit que les unes croissent sur le sol riche en humus de la terre humide où elles enfoncent assez profondément leurs racines, et que les autres peuvent vivre dans les endroits plus arides tels que les rochers ou les troncs d'arbres rugueux, lesquels renferment un peu d'humus ; d'autres enfin se trouvent sur les branches d'arbres absolument lisses sans traces d'humus ou sur des rochers complètement dénudés.*

La morphologie de ces plantes varie avec ces différents modes de vie. En effet, tandis que les premières ont les racines bien développées et fonctionnant normalement, les secondes ont les racines beaucoup moins développées, et les troisièmes sont complètement dépourvues de racines (Tillandsia usnoides *par exemple) ou leurs racines sont transformées en des sortes de crampons servant à la plante pour se fixer sur son support. En même temps que ces modifications concernant les racines, chacun de ces groupes écologiques présente plusieurs autres modifications d'adaptation portant surtout sur les feuilles, et que nous allons étudier plus loin. On peut se demander comment se fait l'absorption chez ces Broméliacées épiphytes qui ont perdu leurs racines, ou dont les racines ne jouent pas de rôle absorbant. Quel organe de la plante remplace les racines ? Comment ces plantes prennent-elles l'eau et les substances, dissoutes dans l'eau, qui leur sont nécessaires ?*

Nous avons mentionné plus haut que les feuilles de Broméliacées sont généralement engainantes et délimitent par leurs bases des espaces remplis d'eau. Ces provisions d'eau qui font des Broméliacées de vraies plantes à réservoir (à la manière des Sarracéniées et Népenthées) peuvent atteindre et même dépasser vingt litres pour une seule cavité. La plupart des Broméliacées, surtout les épiphytes, ont toujours de l'eau dans ces réservoirs, même pendant la période sèche de l'été tropical, quand les pluies manquent complètement. L'eau de ces récipients provient non seulement de l'eau de pluie, (ce qui ne serait possible que pendant l'automne et l'hiver), mais aussi de *la condensation des vapeurs atmosphériques qui s'accumulent dans la forêt tropicale au coucher de soleil, et se condensent en gouttelettes sur les larges limbes des Broméliacées ainsi que sur toutes les branches se trouvant au-dessus de ces dernières. Ces gouttelettes s'écoulent ou tombent à l'intérieur des réservoirs des Broméliacées.*

Un travail tout récent de Picado qui a exploré les forêts tropicales de Costa-Rica montre que toute une faune, composée d'animaux appartenant aux classes les plus diverses, peuple ces réservoirs des Broméliacées. C'est ce qui a conduit ce naturaliste à une conception très intéressante sur l'importance biologique des Broméliacées pour la forêt tropicale. Il les considère en effet comme un énorme marécage aérien fractionné et suspendu, donnant abri à une foule d'animaux dont l'existence dans la forêt au moins pendant une certaine saison serait inexplicable sans l'existence des Broméliacées. Or, la présence des cadavres de ces animaux au fond des réservoirs de ces plantes, et aussi les nombreux débris d'origine végétale qui proviennent des branches ou des feuilles tombées dans ces récipients, forment par leur ensemble une sorte d'humus qui au lieu d'être autour des racines se trouve au contact de la surface humectée des feuilles. Un des caractères le plus importants pour les feuilles de Broméliacées c'est la présence de certaines écailles pédiculeuses dont la forme, le nombre et la disposition varient d'une Broméliacée à une autre et qui, comme nous le verrons plus loin, sont en rapport étroit avec le mode de vie de ces plantes.

Schimper (1) *a, le premier, démontré que ces écailles jouent un rôle capital dans la nutrition de la plante. Par une série d'expériences il a fait voir que leur rôle est celui de vrais poils absorbants, qu'elles sont capables d'absorber l'eau, soit des réservoirs soit de l'atmosphère ambiante, et de la transmettre aux tissus sous-jacents. De plus, ces poils absorbant l'eau avec toutes les substances qu'elle a dissoutes, Tietze* (2) *et Picado* (3) *ont pu vérifier ces expériences, et ce dernier auteur a montré aussi que la plante emprunte à son humus interne les substances protéiques sous forme d'acides ou d'amides. Les écailles des Broméliacées jouent donc absolument le même rôle que le voile*

---

(1) Bot. Centralbatt, VII, 1881.

(2) *Entwickelung der Wasseraufnehmenden Bromeliacen Trichome* Halle, 1906)

(3) Sur les Broméliacées épiphytes considérées comme milieu biologique. *Thèse pour le Doctorat ex-sciences Naturelles.* Paris 1913.

de racines des Orchidées (Schimper). Il faut encore remarquer que la présence de réservoirs n'est pas constante chez les Broméliacées. Ces réservoirs manquent généralement dans deux cas : soit quand la plante, étant terrestre, a toutes ses racines bien développées, soit au contraire chez les épiphytes les plus parfaits, dont les feuilles étroites sont complètement couvertes d'écailles. Dans ce dernier cas, le pouvoir absorbant de ces écailles est très grand, et les plantes, en dehors de l'assimilation chlorophyllienne, prennent toute leur nourriture dans la vapeur atmosphérique.

Parmi les travaux sur les Broméliacées, il en est peu qui concernent l'anatomie de la feuille.

M. Cedervall (1) *a publié en 1884 un travail sur l'anatomie des feuilles des Broméliacées, mais l'auteur ne s'est pas placé au point de vue qui est spécialement envisagé dans mon travail, c'est-à-dire qu'il n'a pas particulièrement recherché les relations entre la structure des feuilles et le mode de vie de la plante à laquelle les feuilles appartiennent. Les recherches de M. Cedervall ont trait à l'examen de la structure des feuilles en rapport avec la classification. Il distingue six types principaux dans cette structure, qui sont les types :* Cryptanthus, Billbergia, Bromelia, Pitcairnia, Pourretia, Dyckia.

On peut citer encore une étude de Haberland (2) *sur les stomates où se trouve examinée la structure d'un certain nombre de stomates de Broméliacées telles que les* Tillandsia zonata, Hohenbergia strobilacea, Pitcairnia xanthocarpa, Billbergia nutans.

---

(1) E. V. Cedervall : *Anatomisk-fysiologiska undersokningar ofver bladet hos Bromeliaceerna* (Goteberg, 1884).

(2) G. Haberlandt : *Zur Kenntniss des Spaltöffnungsapparats* (Flora, 1887 ; t. 70, p. 97).

I. — GÉNÉRALITÉS SUR LA FEUILLE

La feuille des Broméliacées se montre d'une façon générale à symétrie bifaciale. En dedans de l'épiderme de chacune des faces, nous rencontrons d'abord un tissu scléreux de soutien, puis un tissu aquifère formé de cellules à accumulation d'eau ; enfin, dans la zone médiane, un tissu chlorophyllien au sein duquel apparaissent les faisceaux libéro-ligneux et des lacunes plus ou moins riches en cellules étoilées qui forment ce que nous appellerons le tissu aérifère.

Appareil tégumentaire. — Un des caractères anatomiques les plus importants de ce tissu est l'épaississement des membranes internes et radiales des cellules de l'épiderme. Très souvent, l'épaississement est si considérable que la cavité des cellules se réduit à un volume presque imperceptible. L'appareil tégumentaire est habituellement renforcé par une ou plusieurs assises de tissu scléreux. Les parois de ces cellules scléreuses sont plus épaisses à la face inférieure de la feuille, et ces parois sont presque toujours pourvues de très petites ponctuations. Ce tissu scléreux fait complètement défaut chez un assez grand nombre d'espèces, surtout chez les espèces épiphytes.

Appareil aquifère. — L'appareil aquifère est très développé dans les feuilles des Broméliacées. Les coupes faites dans la partie basilaire d'une feuille nous permettent de distinguer deux sortes de structures du tissu aquifère : polyédrique ou palissadique. Dans les deux cas, l'ondulation des membranes des cellules indique que ce tissu peut augmenter de volume par suite de l'absorption de l'eau.

Le tissu aquifère est toujours plus développé du côté de la face supérieure. A la face inférieure, il est souvent réduit à une seule assise, et peut même manquer complètement. Lorsque le tissu aquifère inférieur est rudimentaire ou nul, la face supérieure de la feuille se contractant au moment de la sécheresse, il en résulte que la feuille se plisse ou s'enroule longitudinalement. Le tissu aquifère fait d'ailleurs complètement défaut chez de nombreuses espèces ; il est alors remplacé par des cellules mucilagineuses isolées, nombreuses dans le tissu assimilateur : ordinairement ces cellules finissent par contenir chacune un paquet de raphides.

Appareil assimilateur. — Le tissu assimilateur est remarquable par sa couleur d'un vert intense dans les coupes, à l'état naturel. Ce tissu n'est jamais palissadique, mais se compose de cellules globuleuses ou polyédriques. Sur une coupe transversale, on le voit formant un ruban tantôt rectiligne sur ses deux bords, tantôt sinueux sur son bord supérieur et sensiblement rectiligne sur son bord inférieur comme chez le *Rhodostachys pitcairniæfolia*. D'ailleurs, ce tissu n'est pas continu ; il contient des cavités dont nous parlerons plus loin. Fréquemment, le tissu chlorophyllien est plus développé du côté de la face supérieure. Chez les *Tillandsia* à épiphytie très prononcée et à croissance ralentie, le tissu assimilateur se trouve réduit, et pendant la saison humide sa fonction est remplie par des cellules du tissu aquifère, qui, à ce moment, produisent de la chlorophylle en assez grande quantité.

Appareil aérifère. — Le tissu assimilateur contient en son milieu des cavités assez volumineuses : c'est l'appareil aérifère. Ces cavités sont plus ou moins remplies de cellules étoilées. Le tissu aérifère communique avec les ostioles des stomates par des méats intercellulaires nettement visibles sur les coupes.

Appareil conducteur. — Le développement des faisceaux libéro-ligneux dans une feuille de Broméliacée dépend de la forme de la feuille et du mode de vie de la plante. Chez les Broméliacées terrestres, la base de la feuille ne se referme pas en gouttière pour servir de réservoir d'eau ; en ce cas, l'eau dont la plante a besoin est puisée dans le sol ; on comprend que le bois des faisceaux libéro-ligneux de ces feuilles soit alors très développé, parce que les faisceaux ligneux transportent, chez ces plantes, une grande quantité de sève brute. Dans les espèces où la gouttière à eau est peu développée, le bois des faisceaux libéro-ligneux acquiert encore d'assez grandes proportions, pour compenser l'insuffisance aqueuse de cette gouttière relativement trop petite. Chez les Broméliacées épiphytes, qu'elles aient les feuilles larges et à gouttière développée ou qu'elles soient étroites et sans gouttière, les faisceaux libéro-ligneux sont toujours peu développés, ce qui paraît en rapport avec le rôle absorbant des écailles.

Appareil de soutien. — Les couches scléreuses qui accompagnent les faisceaux vasculaires sont les véritables éléments de soutien de la feuille. Ces tissus scléreux s'étendent, dans certaines espèces, jusqu'au tissu aquifère, des deux côtés de la feuille. Le tissu fibreux est le plus souvent composé de longues fibres à structure uniforme, mais chez de nombreuses *Echmées*, la couche scléreuse, au moins celle des gros faisceaux, présente nettement deux parties : l'une extérieure, composée de fibres jouant un rôle mécanique pour la feuille tout entière ; l'autre intérieure, à cellules scléreuses, destinée à protéger spécialement les éléments conducteurs. Cette partie intérieure est particulièrement développée autour du liber qu'elle entoure quelquefois complètement en le séparant ainsi du bois. On trouve aussi, dans les feuilles de beaucoup de Broméliacées, des faisceaux scléreux indépendants. Ces amas scléreux, suivant les espèces, sont disposés tantôt dans le tissu aquifère (sur deux lignes non continues), tantôt dans le tissu aquifère (seulement vis-à-vis des faisceaux libéro-ligneux les plus grands), tantôt dans le tissu chlorophyllien.

II. — DISTINCTION DE TROIS GROUPES PAR LA STRUCTURE DE LA FEUILLE

Pour l'étude anatomique de la feuille je me suis servi surtout de la partie basilaire qui, comme nous le savons, est en rapport avec le mode de vie de la plante. D'après leur structure anatomique, les feuilles peuvent être divisées en trois groupes : 1° celles qui ont des faisceaux libéro-ligneux très peu développés ; ce sont surtout celles des plantes vraiment épiphytes ; 2° celles dont les faisceaux libéro-ligneux, étant plus développés que dans le cas précédent, ne sont pas encore si marqués que chez les feuilles du groupe suivant ; les plantes dont les feuilles appartiennent à ce groupe sont tantôt terrestres tantôt épiphytes ; 3° celles dont les faisceaux libéro-ligneux sont très bien développés ; ce sont surtout les feuilles des plantes terrestres.

Premier groupe.

Catopsis nitida. — L'épiderme de la face supérieure et celui de la face inférieure portent un grand nombre d'écailles. Les épidermes des deux faces, à la base des écailles, sont creusés en entonnoir (ce qui se voit plus nettement encore chez les *Tillandsia).* En dedans de l'épiderme, on trouve le tissu aquifère, à cellules polyédriques Les faisceaux libéro-ligneux sont de dimensions très inégales ; ces faisceaux sont peu développés, comme chez les *Tillandsia*, mais le tissu protecteur des faisceaux y est plus développé. Il est formé de fibres qui sont assez développées. Les faisceaux libéro-ligneux se trouvent dans le tissu chlorophyllien à cellules arrondies ; dans ce tissu chlorophyllien, entre les faisceaux, on voit un abondant tissu aérifère à cellules étoilées ; ce tissu aérifère communique avec les stomates. Les stomates, qu'on observe seulement à la face inférieure de la feuille, sont situés dans un plan légèrement supérieur à celui de l'épiderme.

Caraguata musaica. — L'épiderme de la face supérieure présente des cellules dont les parois se sont très épaissies ; ces cellules sont d'ailleurs de petites dimensions. En dedans de l'épiderme, le tissu aquifère est aussi formé de petits éléments, mais à mesure qu'on s'éloigne de la surface, les cellules polyédriques de ce tissu deviennent plus volumineuses, et leurs parois présentent des plissements très nets. Le tissu aquifère se distingue nettement du tissu chlorophyllien. Ce dernier est formé de cellules arrondies, et il forme des arcs dont la convexité est tournée du côté supérieur de la feuille et qui sont placés autour des faisceaux libéro-ligneux les plus grands.

Les faisceaux libéro-ligneux sont plus développés que chez les *Tillandsia* et les *Catopsis,* mais ils sont entourés de fibres. La dimension des faisceaux est différente ; en face des grands faisceaux, et du côté du bois, on peut voir des amas fibreux disposés dans le tissu aquifère supérieur. Entre les faisceaux libéro-ligneux, le tissu aérifère accuse un grand développement, et il communique, en certaines régions, avec les ostioles des stomates de l'épiderme inférieur. Le tissu aquifère de la face inférieure est très réduit, et n'est intéressant que par l'aplatissement des cellules de la dernière assise.

Tillandsia recurvata. — En faisant la section d'une gaine de la feuille nous voyons que l'épiderme est formé de cellules à lumière très réduites. Le tissu aquifère au milieu de la feuille acquiert un grand développement; ses cellules ont la forme nettement polyédrique. La région chlorophyllienne se confond avec le tissu aquifère. Au milieu des cellules chlorophylliennes, on trouve des cellules à mucilage ou des cellules à raphides. Dans le tissu chlorophyllien, on voit aussi les faisceaux libéro-ligneux à dimensions très réduites ; ces faisceaux sont entourés par des fibres peu développées. Le tissu aquifère inférieur est très abondant. Quant à l'épiderme inférieur, il ne se distingue de l'épiderme supérieur que par la présence de stomates. Les deux faces de la feuille portent un grand nombre d'écailles.

Tillandsia strobulanta. — La structure du *Tillandsia strobulanta* diffère de celle du *Tillandsia recurvata* par plusieurs caractères. Les cellules de l'épiderme supérieur *(ep. scl*, fig. 1) sont à parois extrêmement épaisses, et leur cavité, très réduite, est un peu allongée. Les parois de ces cellules sont parcourues par de nombreux canalicules. Les faisceaux libéro-ligneux sont plus développés, bien qu'ils demeurent réduits ; toutefois, les fibres qui entourent ces faisceaux forment aussi une couche mince. La zone aérifère est peu développée. Le tissu aquifère inférieur ne se compose que de deux assises cellulaires à éléments polyédriques et de dimensions moindres que les éléments homologues du tissu

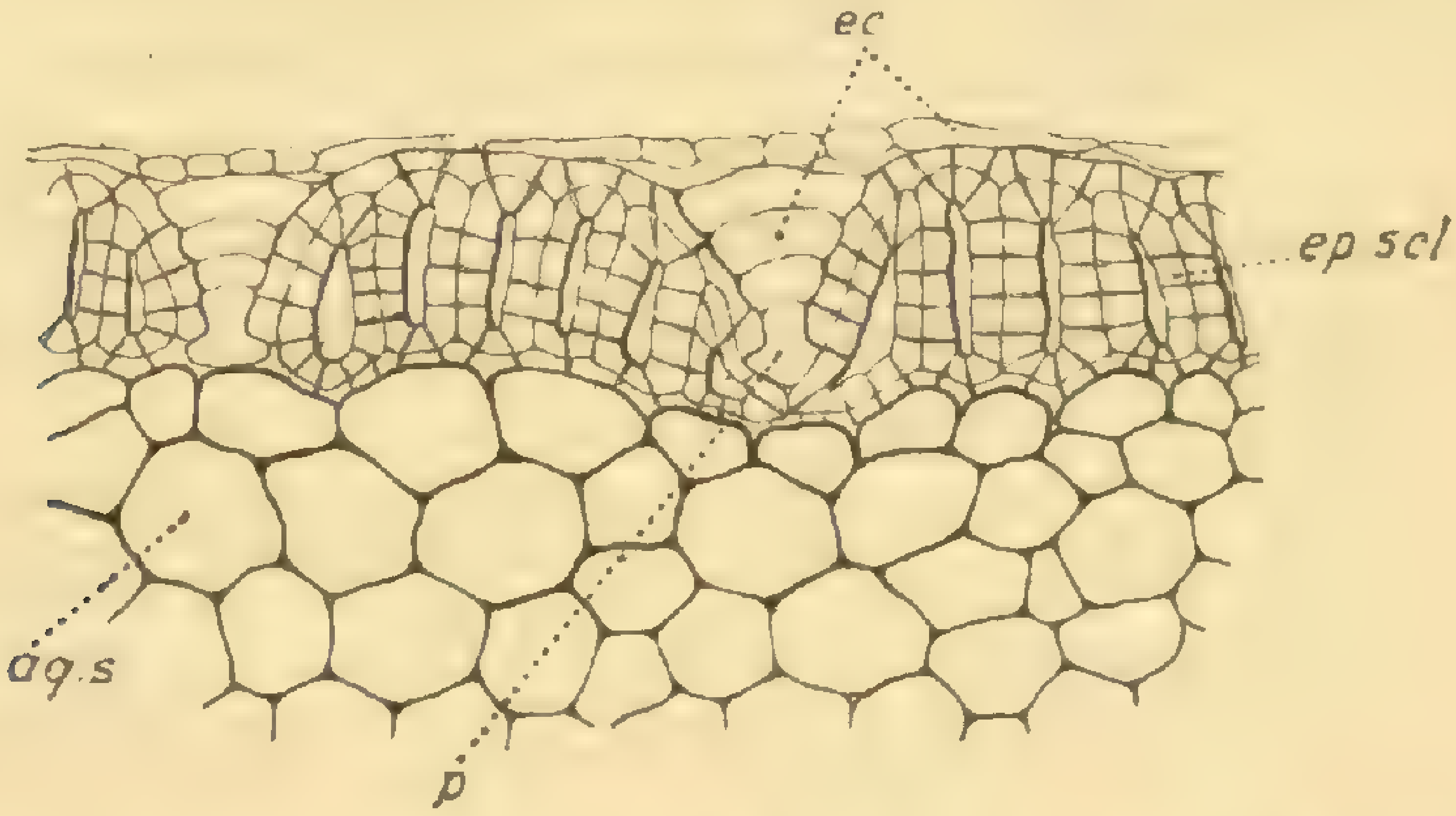


Fig. 1. — Coupe transversale dans la partie supérieure d'une feuille de *Tillandsia strobulanta : ep. scl.*, épiderme sclérifié ; *p.*, pied d'une écaille ; *aq. s.*, tissu aquifère supérieur ; *ec.*, écaille.

aquifère de la région supérieure (*aq. s*, fig. 1). Les écailles (*ec*, fig. 1) sont très abondantes sur les deux faces de la feuille. On voit en *p* (fig. 1), la base du pied d'une de ces écailles.

Deuxième groupe.

Æchmea fulgens. — L'épiderme des deux faces de la feuille est creusé d'entonnoirs où s'insèrent les écailles. Au-dessous de l'épiderme on trouve d'abord une assise de cellules scléreuses, puis le tissu aquifère à éléments polygonaux. Le tissu chlorophyllien, aux cellules arrondies, forme une couche assez épaisse qui renferme les faisceaux libéro-ligneux réduits, entourés d'une gaine scléreuse plus épaisse en face du bois dans les gros faisceaux. Dans le voisinage du liber, on remarque de maigres îlôts fibreux. La zone aérifère est bien développée. Le tissu aquifère inférieur est formé de cellules polygonales, plus petites que celles du tissu aquifère supérieur. Les écailles sont très développées des deux côtés de la feuille.

Un pied d'*Æchmea fulgens*, plongé dans un bocal rempli d'eau, m'a donné 5 ou 6 mois plus tard un œilleton dont j'ai pu étudier les feuilles. Ces feuilles sont à bords lisses, l'épiderme est dépourvu d'écailles, les faisceaux libéro-ligneux et les tissus protecteurs ambiants sont très réduits, les îlôts fibreux du tissu chlorophyllien manquent complètement ; enfin, dans ce même tissu de la feuille on voit deux rangées de cellules à raphides.

Æchmea fasciata. — Cette espèce diffère de l'*Æchmea fulgens* par le tissu aquifère qui est palissadique au lieu d'être polygonal, par la région aérifère plus développée, et par les îlôts fibreux du tissu chlorophyllien devenus plus volumineux.

Ortgiesia tillansioides. — L'épiderme de la face supérieure, constitué par des cellules très petites, recouvre une assise unique de tissu scléreux à éléments réduits. La zone aquifère supérieure, très développée, affecte la disposition en palissade, et la région chlorophyllienne forme une couche épaisse, à cellules arrondies, où l'on rencontre des faisceaux libéro-ligneux peu épais. Ces faisceaux sont entourés par une double gaine de sclérenchyme et de fibres bien développées. Le tissu aérifère est très réduit. Une seule assise de cellules un peu allongées constitue le tissu aquifère inférieur. La coupe se continue par deux assises scléreuses et enfin par l'épiderme inférieur, à cellules épaissies. La partie inférieure de la feuille est lobée ; dans les sillons se trouvent les stomates. Les écailles sont plus abondantes à la face inférieure de la feuille. Aux extrémités, le tissu aquifère, formé de cellules polygonales est plus réduit, et il n'y a pas de tissu aquifère inférieur.

Cryptanthus zonatus. — Une coupe dans la gaine de la feuille montre un épiderme formé de cellules réduites dont les parois internes sont épaissies. La zone scléreuse ne s'est pas différenciée, et est restée cellulosique, avec des éléments polygonaux. Le tissu aquifère supérieur (4-5 assises) est disposé en palissade et la région chlorophyllienne, à cellules arrondies, dont quelques-unes, plus développées, renferment des raphides, n'est largement représentée qu'autour des faisceaux libéro-ligneux. Ces faisceaux sont réduits et leur gaine scléreuse est d'autant plus large que les faisceaux sont plus réduits. Le tissu aérifère est peu développé. La zone aquifère inférieure se montre assez médiocre, et l'épiderme porte des stomates. Sur les deux faces de la feuille il y a de nombreuses écailles, mais c'est à la base et du côté extérieur qu'elles sont le plus abondantes.

Cryptanthus Benkeri. — Au-dessous de l'épiderme, on voit une assise de cellules scléreuses, puis 3 assises de cellules polygonales cellulosiques. Le tissu aquifère supérieur (6-7 assises en palissade) et les faisceaux libéro-ligneux sont plus développés que chez le *Cryptanthus zonatus*, mais les raphides y sont moins abondants.

Ananas sativus. — Sur une coupe transversale on voit les cellules épidermiques de forme rectangulaire, à paroi interne très épaisse. La zone scléreuse est formée de 2 assises. Le tissu aquifère supérieur, à éléments irréguliers et de section polygonale, renferme des paquets de fibres disposés suivant deux plans parallèles. Les faisceaux libéro-ligneux de la région chlorophyllienne sont assez bien développés et protégés par deux gaines ; l'une, scléreuse, qui entoure immédiatement le faisceau ; l'autre, fibreuse, qui dessine un arc à l'extérieur du système, du côté du bois. Le tissu aquifère inférieur est aussi bien développé que le tissu aquifère supérieur, mais les cellules sont plutôt palissadiques ; on y rencontre également les deux plans parallèles de paquets fibreux.

Quesnelia cayennensis. — L'épiderme, formé de cellules à parois très épaisses, se renforce encore, en quelque sorte, par deux assises sous-jacentes sclérifiées. Le tissu aquifère de la face supérieure est composé de grandes cellules palissadiques rangées en trois assises. A la face inférieure de la feuille, ce même tissu ne renferme que des cellules à section arrondie. Le tissu assimilateur à éléments polygonaux se montre, autour des faisceaux libéro-ligneux, particulièrement riche en chlorophylle. Les faisceaux sont peu développés, de dimensions inégales, et disposés en série alternante de grands et de petits faisceaux. Les plus réduits sont allongés. Tous sont entourés d'une double gaine scléreuse et fibreuse, gaine parfois si développée qu'elle arrive à toucher les tissus aquifères. La zone scléreuse inférieure comprend deux assises.

Bilbergia zebrina. — L'épiderme supérieur est formé de cellules à parois très épaisses : cet épiderme est soutenu par 2 assises scléreuses et par quelques assises de cellules polygonales cellulosiques. Le tissu aquifère est formé de 3 ou 4 assises de cellules palissadiques très développées. Le tissu chlorophyllien ne contient que des éléments à section circulaire. Les faisceaux libéro-ligneux sont de dimensions variées, mais peu développés : ils affectent toujours, en section transversale, la forme allongée et sont entourés d'une double gaine, scléreuse (arrondie du côté du liber, terminée en pointe du côté du bois), et fibreuse, qui vient en contact avec les tissus aquifères supérieur et inférieur. Dans la masse du tissu chlorophyllien apparaissent des ilôts de fibres, sans connexion entre eux. Entre les faisceaux libéro-ligneux, le tissu aérifère est constitué par des cellules étoilées. Le tissu aquifère inférieur très réduit forme à peine quelques assises de cellules polygonales. L'épiderme inférieur est renforcé de deux assises scléreuses et porte des stomates sur les parois des cryptes formées par son invagination dans les tissus sous-jacents : les stomates font saillie dans les lacunes que constituent ces cryptes.

Karatas purpurea — L'épiderme de la face supérieure est formé de cellules à très petite lumière. Le tissu aquifère qui lui fait suite renferme des éléments à section polygonale, allongés dans le sens du limbe et dont les parois ont subi un plissement Le tissu chlorophyllien au contraire présente des cellules à section circulaire, plus petites que celles de la région précédente. Les faisceaux libéro-ligneux affectent d'inégales dimensions. Les plus développés sont d'abord entourés de sclérenchyme puis de deux demi-cercles de fibres disposées en 4 ou 5 assises. Les fibres se trouvent plus nombreuses encore autour des petits faisceaux, et elles arrivent même à prendre contact avec les deux tissus aquifères voisins. Entre ces faisceaux se trouve le tissu aérifère, peu développé, à cellules étoilées. La zone aquifère inférieure ne se distingue de la zone supérieure que par la réduction du volume de ses cellules. L'épiderme de la face inférieure se caractérise de la même manière.

Rhodostachys pitcairniæfolia. — Une coupe transversale dans la feuille laisse voir l'épiderme avec ses invaginations formées par la base des écailles. La région scléreuse ne compte qu'une seule assise, et le tissu aquifère est constitué par 3 ou 4 séries de cellules plissées, nettement palissadiques. Les faisceaux libéro-ligneux sont bien développés et de dimensions différentes, tous sont entourés de deux couches protectrices : la couche interne scléreuse et circulaire ; la couche externe fibreuse et disposée en deux croissants opposés par leurs pointes. Tous ces faisceaux sont reliés par un tissu aérifère présentant de grandes lacunes remplies par des cellules étoilées. Le tissu aquifère inférieur présente des éléments polygonaux, disposés en 3 ou 4 assises. L'épiderme inférieur a ses cellules très réduites et il se montre plus riche en écailles que l'épiderme de la face supérieure. Les stomates se trouvent dans les sillons qui sont formés par des replis de l'épiderme inférieur dans le tissu aquifére : les stomates font saillie à l'extérieur en forme de petits bourrelets.

Troisième groupe.

Pitcairnia corallina. — L'épiderme de la face supérieure est formé de cellules à grande lumière et dont toutes les parois sont également épaisses. Le tissu aquifère, très peu développé, présente des éléments polygonaux, plus volumineux que ceux de la zone chlorophyllienne où l'on trouve des raphides dans le voisinage des faisceaux libéro-ligneux. Ces faisceaux, généralement développés, se présentent en série alternante de gros et de petits faisceaux ; ils sont entourés d'une double gaine, la gaine fibreuse, présentant son plus grand développement du côté du bois. Le tissu aérifère ne comprend que des lacunes de très faible étendue. La région aquifère inférieure est formée de cellules sensiblement plus petites que celles de la région aquifère supérieure. L'épiderme inférieur porte des stomates et à côté des stomates on trouve toujours des écailles. Ces écailles peu développées sont localisées sur la face inférieure de la feuille. Une coupe faite dans l'extrémité d'une feuille m'a permis de constater que les faisceaux libéro-ligneux sont plus petits et que le tissu aquifère inférieur est réduit à une seule assise.

Pitcairnia inæcifolia. — Les cellules de l'épiderme de la face supérieure, à parois également épaissies, sont plus petites que chez le *Pitcairnia corallina.* Le tissu aquifère supérieur, peu développé, a ses éléments polygonaux. L'appareil libéro-ligneux comprend trois grands faisceaux centraux et plusieurs faisceaux latéraux, réduits et de dimensions décroissantes à mesure qu'on s'éloigne de l'axe de la coupe. Tous sont protégés par une double gaine, le croissant fibreux adossé au liber accusant ici un plus grand développement. Le tissu aérifère interfasciculaire est plus développé que chez le *Pitcairnia corallina.* L'épiderme inférieur, à cellules plus petites que celles de l'épiderme supérieur, porte des stomates et quelques écailles. Une coupe à l'extrémité de la feuille permet de constater une alternance de grands et de petits faisceaux libéro-ligneux.

Dyckia frigida. — Une coupe montre un épiderme supérieur dont les cellules ont des parois radiales et internes très épaisses. Cet épiderme est soutenu par deux assises scléreuses à éléments polygonaux, l'épaississement pariétal étant plus accusé dans l'assise la plus externe. Le tissu aquifère occupe presque les quatre-cinquièmes d'une section de la feuille. Il débute par une assise des cellules dont la longueur (ligne perpendiculaire au plan de l'épiderme) est de très peu supérieure à la largeur, et se continue par 6 assises de cellules nettement palissadiques *(aq. s,* fig. 2) qui sont de grandes dimensions *(aq. s,* fig. 2). Ce tissu emmagasine la réserve d'eau : aussi voit-on sur la coupe le plissement des parois dû à la plasmolyse. Au-dessous du tissu aquifère, nous rencontrons le tissu chlorophyllien à cellules polygonales, beaucoup moins volumineuses que celles du tissu aquifère, très riches en chlorophylle surtout dans le voisinage immédiat des faisceaux libéro-ligneux. Certaines d'entre elles renferment des raphides *(r*, fig. 2). Dans les faisceaux libéro-ligneux *(flb*, fig. 2) le liber a acquis un plus grand développement que le bois. Deux demi-cercles de fibres *(f*, fig. 2) entourent chacun de ces faisceaux qui sont séparés les uns des autres par le tissu aérifère *(ae*, fig. 2). Ce tissu aérifère se trouve en communication avec l'ostiole des stomates *(st*, fig. 2) par des méats intercellulaires. Le tissu aquifère inférieur *(aq,i)*, formé par des cellules polyédriques, est très réduit. La région scléreuse *(scl)* comprend trois assises. Enfin l'épiderme inférieur *(ep. i)* est pourvu de stomates enfoncés dans une excavation formée par les replis de l'épiderme et du tissu scléreux. Les écailles se rencontrent seulement sur la face inférieure.

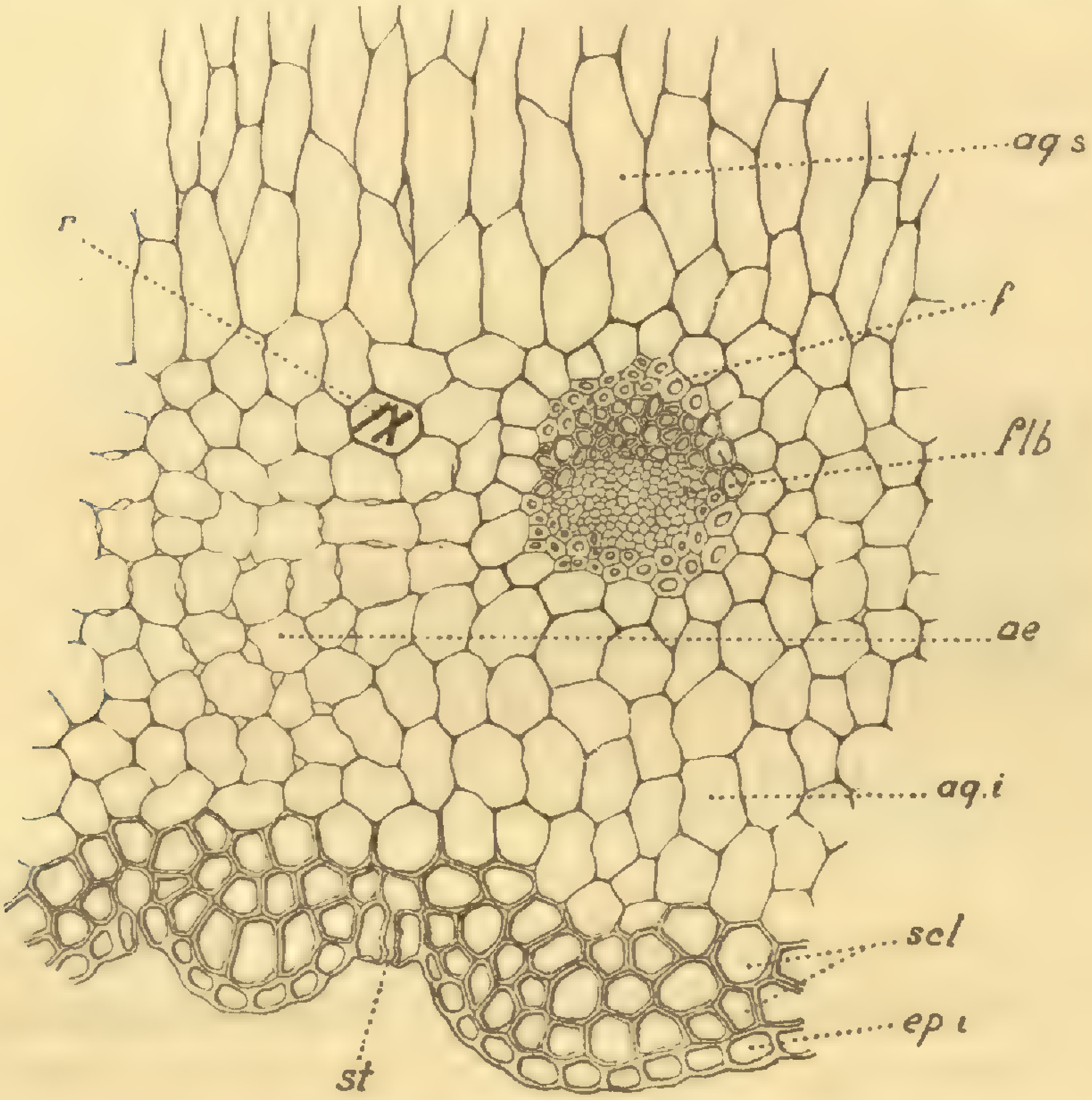


Fig. 2. — Coupe transversale d'une partie de feuille de *Dyckia frigida* : *aq. s.*, tissu aquifère supérieur ; *f.*, fibres ; *flb.*, faisceau libéro-ligneux ; *r*, raphide ; *ae*, tissu aérifère ; *aq. i*, tissu aquifère inférieur ; *scl*, sclérenchyme ; *ep. i*, épiderme inférieur ; *st*, stomate.

III. — Les écailles des feuilles

Un des caractères les plus importants des feuilles des Broméliacées est la présence d'écailles. La forme, la disposition, le rôle de ces écailles varie d'une espèce à l'autre. Avant de passer en revue ces variations, disons que l'anatomie et la physiologie des écailles sont étroitement liées aux conditions de vie des Broméliacées. Nous trouvons toutes les transitions depuis la forme de l'écaille simplement protectrice jusqu'à la forme de l'écaille nourricière (en l'absence de racine). D'après les recherches de Tietze, on voit que certaines Broméliacées qu'il considérait comme primitives, par exemple les *Pitcairnia*, ont des écailles à fonction protectrice, mais non absorbante. Chez les *Rhodostachys* et *Ananas* qui sont terrestres, la structure est plus compliquée, les feuilles sont pliées à la base en gouttière où l'eau peut s'accumuler : les écailles jouent ici un rôle de protection, mais elles commencent à jouer un rôle d'absorption. Ces écailles sont surtout abondantes à la base des feuilles. Chez les plantes épiphytes, comme les *Catopsis*, *Tillandsia*, les écailles atteignent leur maximum de développement, et on les trouve également disposées sur toute la surface des deux côtés de la feuille. L'eau absorbée par les écailles passe directement dans le tissu aquifère. La nutrition de la plante épiphyte a lieu, d'après Schimper, par les écailles qui absorbent l'eau et les détritus tombés entre les feuilles. L'absorption de l'eau se fait d'abord dans les cellules centrales des écailles, riches en protoplasma ; de là, l'eau passe dans la feuille grâce à la présence d'une substance osmotique, par exemple du mucilage. Les écailles, au point de vue anatomique, peuvent être divisées en deux groupes.

1) Chez les plantes épiphytes, les écailles ont une forme caractéristique. Chez les *Tillandsia recurvata* et *T. Vigieri* (fig. 3) la cellule centrale des écailles est partagée en quatre par deux lignes exactement perpendiculaires entre elles. Ces quatre cellules *(c_1* fig. 3) sont entourées par 8 cellules ; ces 8 cellules *(c_2)* sont elles-mêmes entourées par 16 cellules ; chacune des 16 cellules *(c_3)* porte 4 cellules allongées *(fr)* dont l'ensemble dessine une frange. Chez le *Tillandsia recurvata* chacune des 16 cellules porte seulement 5 cellules allongées qui, réunies, constituent la frange. Chez le *Tillandsia strobulanta* la structure d'une écaille est la même que chez le

Tillandsia Vigieri mais chacune des 16 cellules porte seulement 3 ou 4 cellules allongées. Chez le *Catopsis nitida*, chaque écaille est formée d'une cellule centrale divisée en 4, entourées elles-mêmes de 8 cellules ; chacune de ces 8 cellules porte de 4 à 7 cellules allongées.

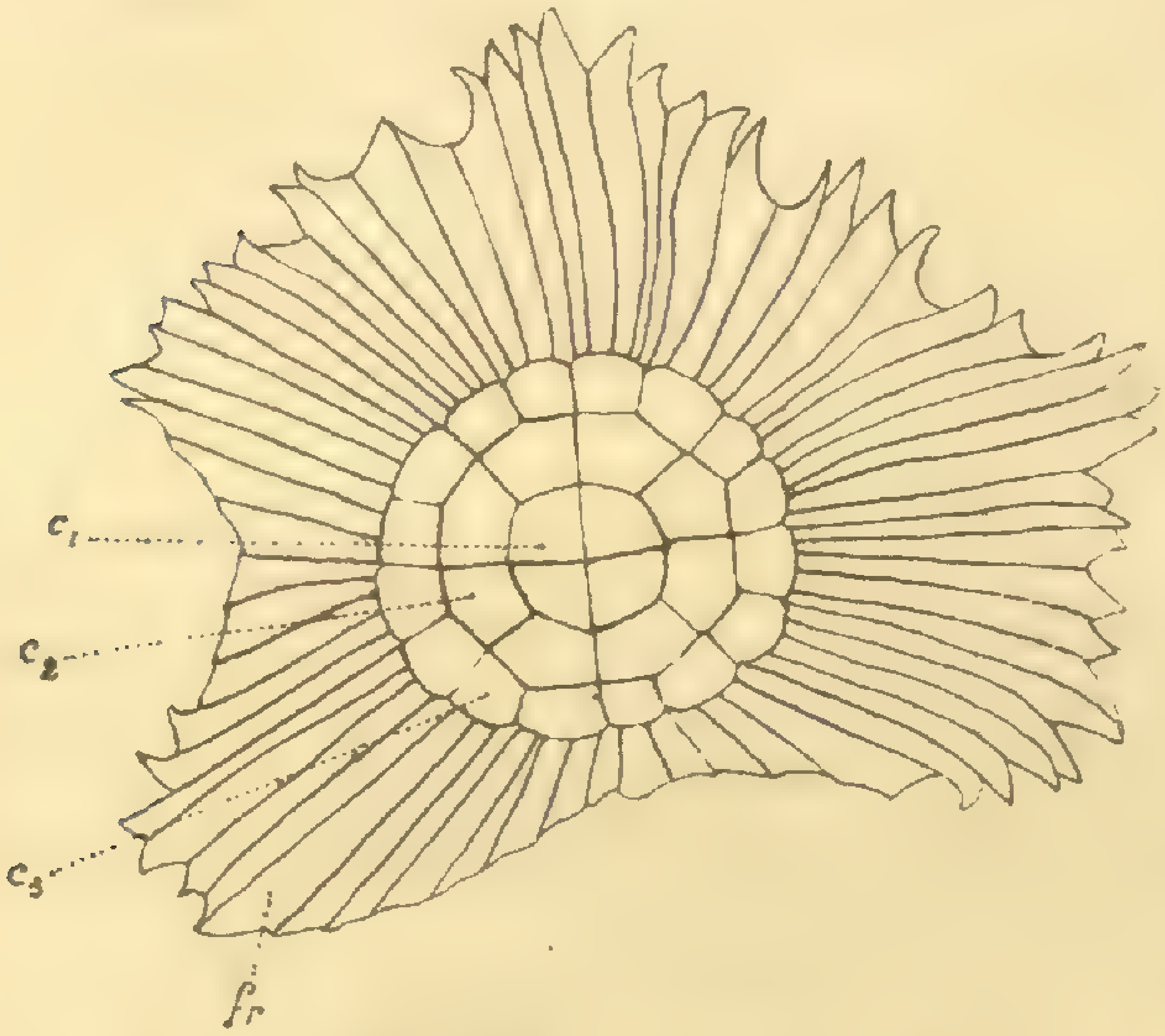


Fig. 3. — Ecaille de *Tillandsia Vigieri* : c_1, 4 cellules centrales ; c_2, 8 cellules périphériques ; c_3, 16 cellules ; *fr*, franges.

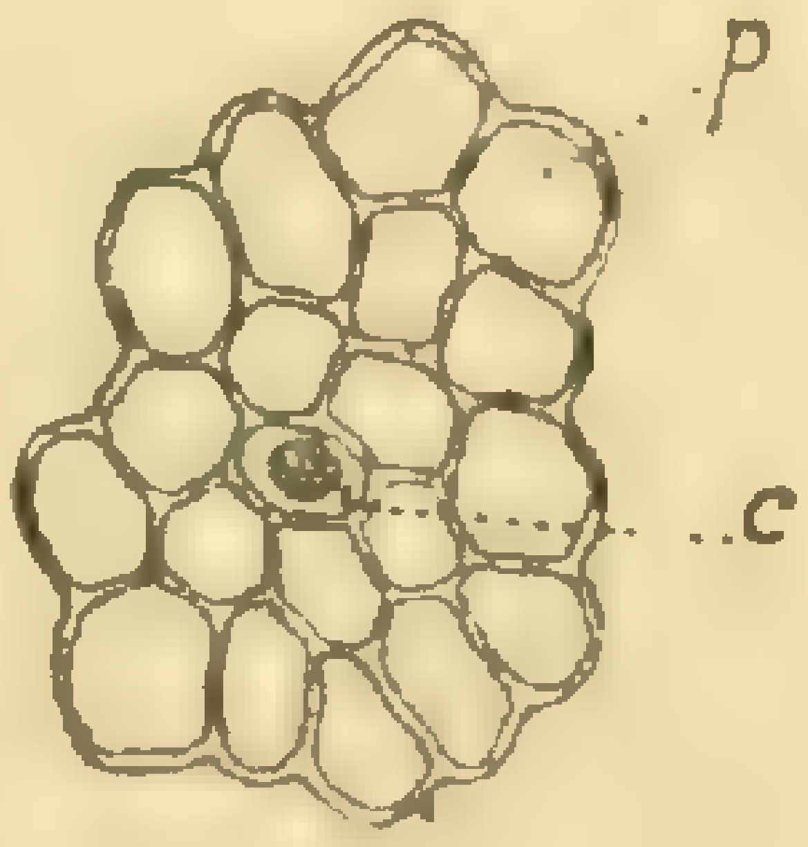


Fig. 4. — Ecaille de *Dyckia frigidia* : *c*, cellule centrale ; *p*, cellules périphériques.

2) Chez les plantes terrestres, comme le *Dickia frigida*, l'écaille (fig. 4) est formée d'une cellule centrale entourée par 6 cellules polygonales assez petites et qui sont bordées par des cellules plus allongées. Chez le *Quesnelia cayennensis*, l'écaille est formée d'une cellule indivise entourée par une masse de cellules polygonales plus larges que longues, formant 5 assises. Chez le *Cryptanthus Benkeri*, les écailles sont plus grandes que chez les *Quesnelia* et elles sont un peu plus allongées. Chaque écaille est formée d'une cellule centrale entourée de cellules polygonales un peu longues ; dans la partie allongée de l'écaille, la cellule centrale est circonstrite par un nombre plus grand d'assises cellulaires. Chez le *Cryptanthus zonatus*, les écailles ont sensiblement la forme de celles du *Cryptanthus Benkeri*, mais cependant elles sont plus réduites. Chez le *Karatas Scheremetiewii*, l'écaille est formée d'une cellule centrale entourée par un groupe de cellules polygonales qui, à leur tour, sont bordées par 4 à 5 assises de cellules allongées dans le sens radial. Cet allongement augmente dans la direction centrifuge.

Chez l'*Æchmea fulgens*, l'écaille est constituée par une cellule centrale entourée par quelques cellules de forme irrégulière qui sont à leur tour circonscrites par deux assises de cellules allongées radialement dessinant un anneau. Chez le *Rhodostachys pitcairnæfolia*, une petite cellule indivise occupe le centre d'une sorte de réseau tressé par des éléments plus ou moins réguliers : ce réseau est lui-même au centre d'un amas de cellules étroites, allongées dans le sens radial.

CONCLUSIONS

J'ai examiné particulièrement, dans ce travail, la structure des feuilles de diverses Broméliacées en rapport avec leur mode de vie.

J'ai distingué à cet égard trois types principaux de structure.

1° La structure des feuilles des Broméliacées complètement adaptées à la vie terrestre. Ces feuilles sont caractérisées par le grand développement des faisceaux libéro-ligneux et en particulier du bois ; par la présence de fibres, sans sclérenchyme, autour des faisceaux ; et par la rareté des écailles de l'épiderme, lesquelles sont seulement protectrices et avoisinent les stomates.

2° La structure des feuilles de Broméliacées qui appartiennent à un genre dont la plupart des espèces sont épiphytes, mais dont les espèces en question sont adaptées à la vie terrestre. Ces feuilles sont caractérisées par des faisceaux libéro-ligneux relativement moins épais ; par la présence de fibres et de sclérenchyme autour des faisceaux ; et par les écailles développées jouant déjà un rôle absorbant. Dans ce groupe, on peut noter la présence d'amas de fibres au milieu du tissu chlorophyllien ou du tissu aquifère, indépendamment de celles qui entourent les faisceaux.

3° La structure des feuilles de Broméliacées complètement épiphytes. Ces feuilles sont caractérisées par des faisceaux libéro-ligneux très peu développés ; par la présence de fibres peu nombreuses autour des faisceaux ; et par le très grand développement des écailles, qui sont nombreuses, recouvrent toute la surface de la feuille et jouent un rôle absorbant important. Les feuilles de ce troisième type présentent aussi une sclérification plus ou moins grande de l'épiderme, particulièrement prononcée chez le *Tillandsia strobulanta.*

On peut remarquer qu'ayant réussi à faire croître dans l'eau une pousse d'*Æchmea fulgens,* plante épiphyte, les feuilles qui se sont développées en milieu immergé n'ont plus présenté aucune écaille épidermique, alors que les feuilles développées dans l'air en présentent un grand nombre ; ce qui semble indiquer que l'absorption de l'eau s'est faite alors directement par la surface des feuilles.

CHRONIQUES ET NOUVELLES

Joseph Virieux, préparateur à la Station Zoologique de Wimereux a été tué, à Beauséjour, en Champagne, le 16 mars 1915, d'un éclat d'obus à la tête, au moment où, dans la tranchée, il portait secours à un homme de la section qu'il commandait. Il n'était âgé que de 25 ans. Tous ceux qui ont travaillé à la Station de Wimereux, depuis qu'il y était attaché, ont mesuré sa compétence, sa bonne humeur, sa franchise et son dévouement. Il n'était pas jusqu'à sa brillante santé et à sa vigueur physique qui ne le fissent apprécier, en particulier dans les moments où le naturaliste devient matelot.

L'homme était tout à fait sympathique, mais en Virieux disparaît en outre un vrai naturaliste, qui n'a pas eu le temps de s'affirmer publiquement et ne s'est révélé qu'à ses maîtres et à ses amis. Il avait acquis, dès sa première jeunesse, une connaissance approfondie de la flore de France dont il avait réuni un herbier considérable. Au sortir du lycée, il avait préparé, à l'Université de Besançon, la licence es-sciences ; naturelles ensuite auprès de M. Magnin, avait complété par l'étude des Cryptogames son apprentissage de botaniste. A vingt-et-un ans, il arrivait premier au concours d'agrégation. Aussitôt après il entreprenait une thèse de doctorat, *Sur le plancton des lacs du Jura,* complément de l'ouvrage bien connu de Magnin sur *La Végétation des lacs du Jura*. Cette thèse, achevée l'été dernier et, en raison de la nature du sujet, envoyée à l'impression aux *Annales de biologie lacustre*, à Bruxelles, devait être soutenue et publiée en novembre dernier ; les événements en ont autrement décidé. C'est un travail solide, basé sur une connaissance précise des végétaux et des animaux microscopiques. Espérons que le manuscrit échappera aux dévastations de la guerre en Belgique.

Ses fonctions à la Station de Wimereux initièrent Virieux à la faune et à la flore marines. Grâce à sa pratique antérieure des organismes terrestres et d'eau douce, il y progressa rapidement. Virieux avait déjà commencé diverses recherches dans ce domaine et avait commencé d'entreprendre une description des associations végétales du littoral boulonnais.

Virieux était donc au point où, après un apprentissage des plus complets, il allait produire, et tout indiquait qu'il devait fournir une carrière des plus fructueuses pour la Science.

⁂

Mlle Colani, Professeur à l'École Normale d'Hanoï (Tonkin) a soutenu avec succès un Diplôme d'Études supérieures de Botanique, devant la Faculté des Sciences de Paris. Son mémoire était relatif au développement de quelques Combrétacées et Barringtoniées.

⁂

M Gaston Bonnier vient d'être élu comme Membre honoraire de l'Université de Pétrograd.

Nemours. — Imp. Henri Bouloy. *Le Gérant :* Henri Bouloy.

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME VINGT-SEPTIÈME

Livraison du 15 Avril 1915

No 316 ✓

Entered at the New-York Post Office
as Second Class matter

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
1, RUE DANTE, 1
1915

LIVRAISON DU 15 AVRIL 1915

I. — LE *CROCYSPORIUM TORULOSUM* Bonorden EST UNE FORME VÉGÉTATIVE D'UN CHAMPIGNON BASIDIOMYCÈTE, par **M. Lucien Plantefol** 97

II. — ARVET-TOUVET, BOTANISTE DAUPHINOIS, ET SON ŒUVRE *(suite)*, par **M. Marcel Mirande** 117

III. — CHRONIQUES ET NOUVELLES. 128

Cette livraison renferme 10 figures dans le texte.

Pour tout ce qui concerne les Annonces, s'adresser à M. l'Administrateur de la Librairie générale de l'Enseignement, 1, rue Dante, Paris (Ve).

LE *CROCYSPORIUM TORULOSUM* BONORDEN EST UNE FORME VÉGÉTATIVE D'UN CHAMPIGNON BASIDIOMYCÈTE

par M. Lucien **PLANTEFOL**

Je me suis proposé dans cette étude de déterminer, sinon la place précise que doit occuper le *Crocysporium* dans la systématique de la classe des Champignons, du moins l'ordre auquel il doit être rattaché.

Les Mycologues qui ont décrit le *Crocysporium* l'ont en général rapproché des genres *Tubercularia, Epicoccum,* parce que la forme du stroma y est à peu près identique, et que les spores qu'ils y croyaient voir autorisaient le rapprochement. Corda, dans ses *Icones fungorum* semble assimiler la masse globuleuse de ses Tuberculariés (*Tubercularia, Epicoccum, Crocysporium*) à une ébauche de champignon à chapeau, puisqu'il fait de leur famille un des groupements inférieurs de ses *Basidiophori*, qu'on peut, en gros, faire correspondre à nos Hyménomycètes ; d'autres, tels que Fuckel, refusent à tout ce groupe énigmatique des *Tuberculariae*, une place dans la classification des Champignons déjà étudiés. Fuckel, à côté des Champignons bien connus et classés, qu'il présente comme de bonnes espèces (Gute Arten), établit une catégorie des Champignons imparfaits qui devaient garder par la suite le nom qu'il leur avait donné : *Fungi imperfecti*. C'est là que nous trouvons le *Crocysporium* depuis lors : Lindau le classe parmi eux dans la famille des Tuberculariacées. Plus simplement encore Sorokine termine par ces mots une étude sur le *Crocysporium torulosum* publiée en 1876 dans les Annales des Sciences naturelles : « Jusqu'ici il est impossible de rapporter le *Crocysporium torulosum* à un groupe bien défini de Champignons. » C'est dans le même esprit, qu'en s'inspirant de cette étude M. Costantin lui a consacré un article dans son ouvrage sur « les Mucédinées simples. »

Le présent travail a pour objet de montrer que le *Crocysporium* doit être considéré comme une forme végétative d'un Basidiomycète.

Etude morphologique du *CROCYSPORIUM TORULOSUM*

Origine. — Le *Crocysporium torulosum* se rencontre sur des morceaux de bois et d'écorce pourris dont il couvre la surface de plaques blanches, d'apparence granuleuse, ou parfois, quand il végète moins activement, de petites ponctuations blanches. Sur des fragments de bois transportés au laboratoire, il a continué de croître suffisamment pour fournir le matériel nécessaire aux études que je voulais faire.

J'ai pu déterminer le champignon que j'étudiais comme un *Crocysporium torulosum* Bonorden, par comparaison avec les descriptions et les dessins de Bonorden et ceux, plus précis, de Sorokine. Le *Crocysporium* décrit par Corda sous le nom de *Crocysporium Aegerita* Corda et figuré dans les *Icones fungorum*, ne peut être rapporté avec certitude au champignon que j'étudie. D'ailleurs il semble exister chez les auteurs une certaine confusion entre des formes différentes, appelées tantôt *Crocysporium*, tantôt *Aegerita*. Je prends donc, à l'exemple de Sorokine, pour mon sujet le nom de *Crocysporium torulosum* Bonorden.

Description. — Vu à la loupe, le *Crocysporium torulosum* se présente sous la forme de petites masses blanches, rondes, ovoïdes ou plus ou moins irrégulières, placées côte à côte sur le support. Pour les désigner au cours de cette étude, je garderai le terme de *globule* adopté par Sorokine. La largeur des plus gros de ces globules est de 1/3 à 1/4 de mm. Ils sont très peu solidement fixés à la surface du bois, d'où ils se détachent au moindre contact, isolément, ou par plaques si la culture est très serrée.

L'examen microscopique d'un de ces globules à un faible grossissement montre que la surface en est formée de cellules sphériques, juxtaposées un peu comme les grains d'une mûre (fig. 1). Sa dilacération montre que le champignon est formé d'une touffe de filaments très ramifiés, constitués par des cellules allongées, de deux à huit fois plus longues que larges, subcylindriques et de forme irrégulière. Chacun porte à son extrémité une des cellules sphériques de la surface (fig. 2). Ces filaments se divisent abondamment, en semblant tous se ramifier à partir d'un point qui se trouverait un peu au-dessous du centre du globule, pour les globules sphériques, à peu près vers la base du globule, pour ceux qui ont une forme allongée.

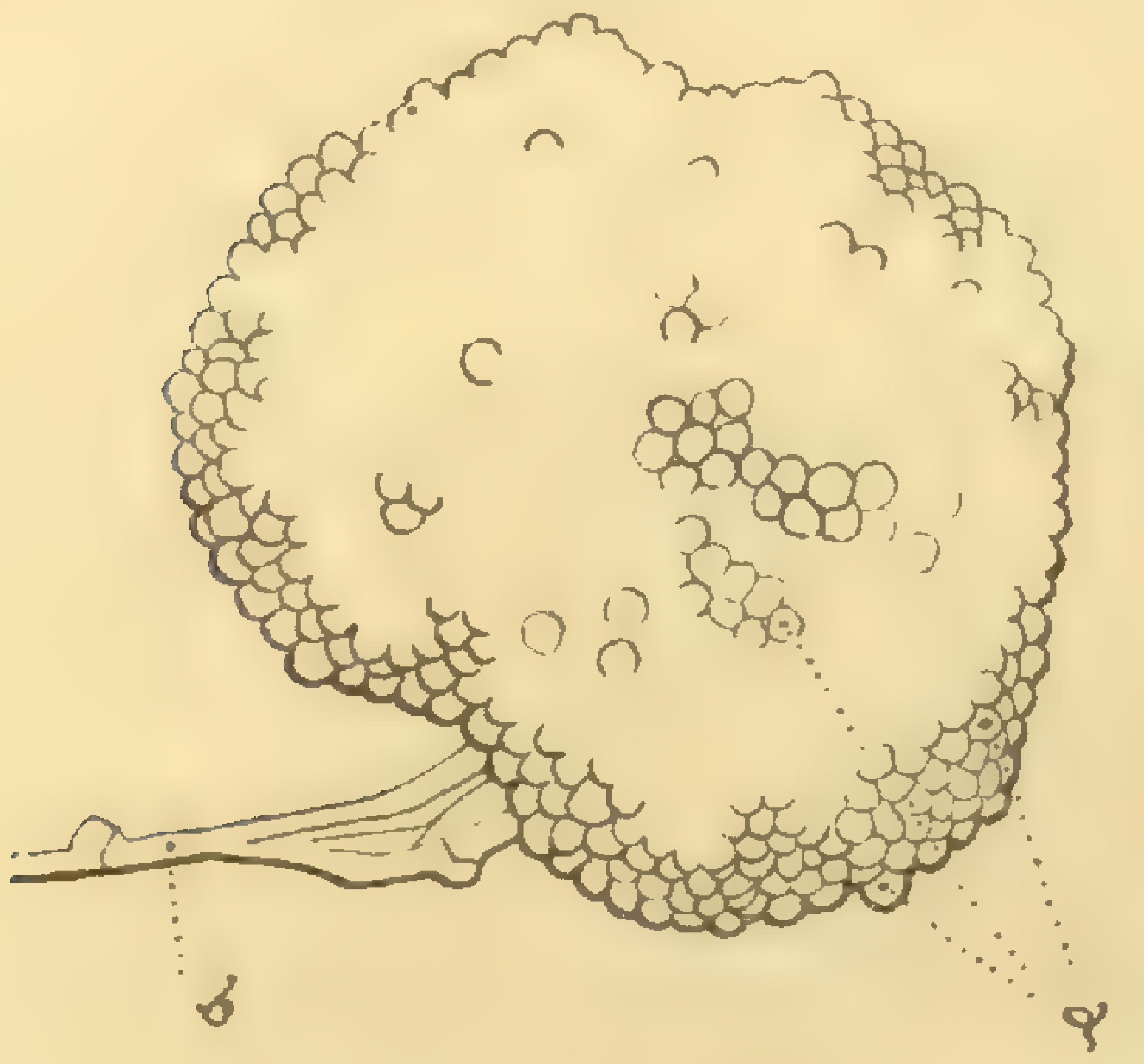


Fig. 1. — **Un globule de *Crocysporium torulosum*. Gr. 200.**
a) Cellules terminales des filaments.
b) **Filament mycélien sur lequel s'est formé le globule.**

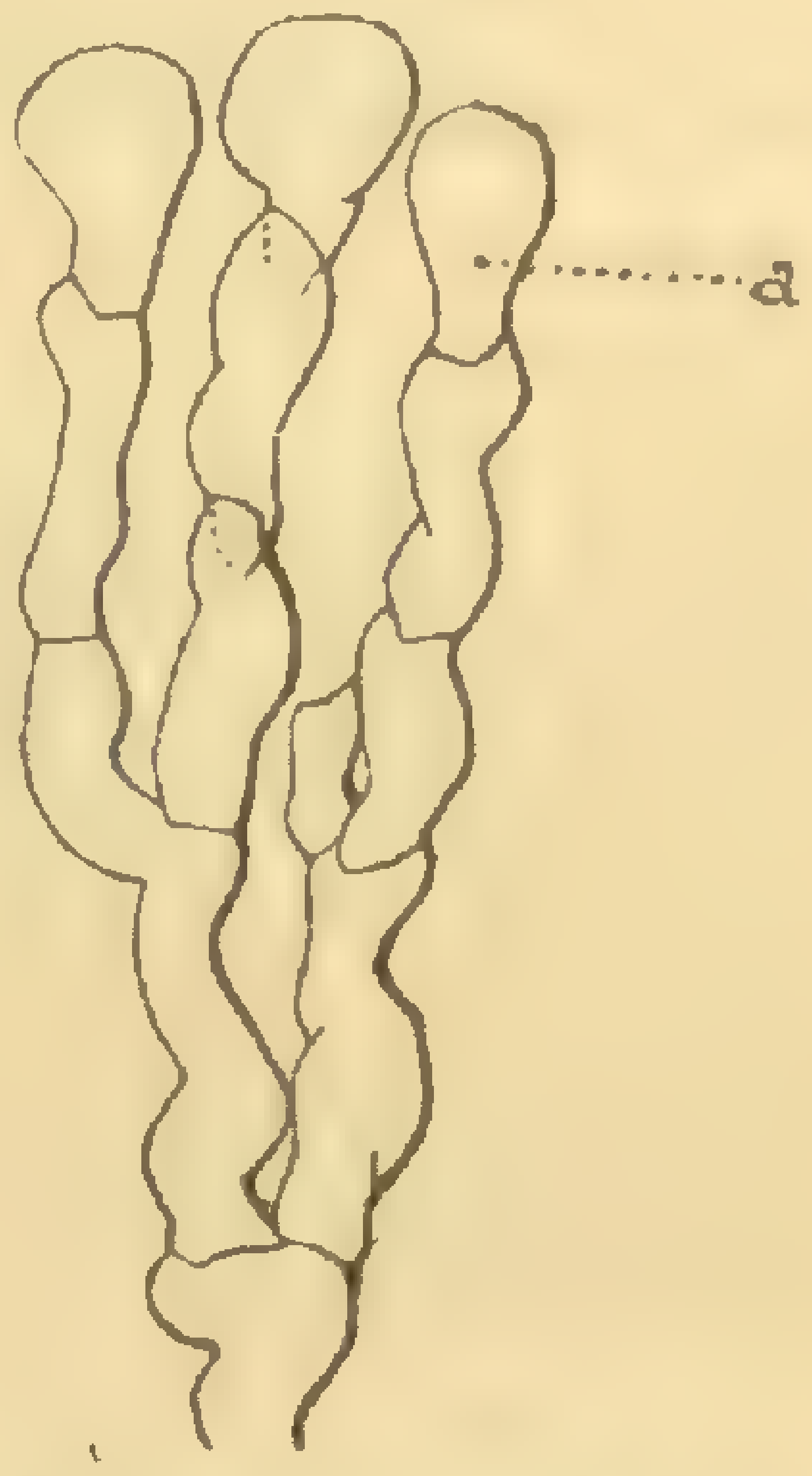


Fig. 2. — Fragment d'un globule dilacéré. Gr. 500.
a) **Cellules sphériques de la surface.**

Cette ramification rapide se fait de la façon suivante : vers le centre du globule, presque chaque cellule produit en des points différents de sa surface deux et parfois trois autres cellules qui représentent l'origine de nouveaux filaments ramifiés à leur tour. Vers l'extérieur la ramification des filaments cesse peu à peu. Dans les échantillons âgés, on rencontre à la surface des chaînes de plusieurs cellules sans ramification.

Croissance. — La surface du globule est à peu près régulière, ce qui veut dire que la croissance de tous les filaments appartenant à une même région de la surface se fait en même temps. La croissance des filaments est terminale : ce sont les cellules de la surface, et celles qui se trouvent immédiatement au-dessous d'elles, qui bourgeonnent de nouvelles cellules, dans les globules en pleine croissance. Rarement, on trouve des bourgeons dans l'intérieur.

Sans doute lorsque la masse du champignon a atteint un certain développement ou lorsque les conditions d'existence deviennent moins favorables, la ramification cesse de se produire : il se forme alors par bourgeonnement ces chaînes de cellules sans ramification dont je parlais plus haut.

La direction où la croissance est le plus active est l'axe du globule, à peu près normal à la surface du support. Le nombre des cellules qui séparent de la surface le centre de ramification y est plus grand, ainsi que les dimensions des cellules.

Mycélium. — A la base du globule, lorsqu'on le détache du support avec précaution, on peut encore voir le mycélium sur lequel s'est développé le globule. Sorokine n'a jamais vu plus d'un filament de mycélium aboutir à chaque globule ; j'ai fait la même constatation. Parfois pourtant le filament se ramifie, puis ses ramifications se réunissent pour donner naissance au globule.

Je tiens à signaler qu'il ne faut pas prendre pour un mycélium de *Crocysporium* de longs filaments légèrement teintés de brun que l'on voit parfois sortir de la masse du globule entre les cellules arrondies de la surface pour aller à une certaine distance reprendre contact avec le support. Ces filaments appartiennent à d'autres champignons, du groupe des Dématiées probablement, qui végètent sur les mêmes supports que le *Crocysporium* et dont j'ai trouvé maintes fois les spores sur les globules de ce champignon. Emprisonnées dans l'intérieur du globule par la croissance de celui-ci, elles poussent des tubes mycéliens qui se glissent entre les cellules superficielles du *Crocysporium* et l'on pourrait les prendre pour son mycélium s'il n'en différait par des caractères très précis.

Je ne puis dire si, comme l'affirme Sorokine, les filaments mycéliens du *Crocysporium* pénètrent dans les cellules du bois. Je ne les ai vus nettement que sur la surface du substrat. La coupe d'un fragment de bois recouvert de *Crocysporium* m'a bien montré des filaments mycéliens circulant dans les cellules de l'écorce. Mais le champignon n'étant pas seul à végéter sur le bois étudié, la difficulté de vérifier, dans ce milieu, des caractères pourtant assez précis, ne m'a pas permis de reconnaître si j'avais affaire à des filaments de *Crocysporium*.

Les caractères du mycélium sont les suivants : ses filaments sont très régulièrement cylindriques, d'un diamètre variant de 1,5 μ à 3 ou 4 μ. Ils sont fréquemment rectilinéaires, presque sans trajets flexueux. Les cellules peuvent être très allongées, parfois jusqu'à 150 μ ; elles sont séparées par des cloisons normales à l'axe du filament, et qui présentent toutes sur le côté une anse anastomotique.

Les anses d'anastomose. — Sorokine signalait dans son étude la présence de « boutonnières » (Schnallen) réunissant les cellules voisines ; nous dirions aujourd'hui des anses d'anastomose ou becs d'anastomose ; il les a observées, d'une part sur les filaments mycéliens, d'autre part sur les filaments ramifiés des globules. Il suppose que ces boutonnières ont pour fonction d'établir « une communication mutuelle » constante entre tous les éléments du champignon, qui se trouvaient séparés les uns des autres par leurs cloisons intercellulaires. Le désir d'adopter ce point de vue l'oblige donc à considérer ces boutonnières comme des canaux ouverts librement dans les deux cellules qu'ils réunissent.

D'autre part, sous l'influence de la même idée théorique relative à ce qu'il appelle la loi de communication mutuelle, il a décrit dans le globule un système d'isthmes réunissant les cellules des filaments placés côte à côte. « Les isthmes qui les unissent sont presque toujours très visibles, mais il arrive qu'à l'endroit où les deux cellules se touchent la membrane se détruit et il se forme une grande ouverture. » Ceci s'applique à la fois aux cellules intérieures du globule et aux cellules superficielles, qui « entrent ici de même en copulation et sont étroitement unies les unes aux autres », de sorte que « dans toutes les globules, *chaque* cellule communique avec celle d'en haut ou d'en bas par la boutonnière ou bien avec sa voisine par une ouverture ou un isthme. Ainsi les cavités de toutes les cellules sont mutuellement jointes, et présentent comme un système de canaux où le protoplasme peut passer d'une cellule à l'autre par les boutonnières ou les isthmes. »

Voici les constatations que j'ai faites sur ce sujet :

1° Les boutonnières de Sorokine sont de véritables anses d'anastomose, analogues à celles que l'on a décrites chez les Hyménomycètes.

Sur les filaments mycéliens, ces anses sont très visibles ; elles y apparaissent de profil comme de véritables boursoufflures d'autant plus évidentes que le diamètre des filaments est très régulier ; de face, on les voit projetées sur la surface du filament : un peu moins larges que lui, elles y tracent deux traits parallèles. Sur les filaments ramifiés qui composent les globules, elles sont moins facilement visibles La boursoufflure qu'elles déterminent à la surface du filament se distingue peu parce qu'elle se trouve sur une cellule naturellement irrégulière, sans axe précis, tantôt élargie, tantôt étranglée et dont la largeur peut varier de 7 à 15 μ sur une même cellule. Les échantillons que j'ai étudiés ne m'ont jamais montré d'anses aussi apparentes que celles qui sont figurées sur la planche de Sorokine : ses dessins laissent deviner que c'est une sorte de canal ne dépendant que par ses extrémités des cellules qu'elle réunit. J'ai toujours vu au contraire que l'anse fait corps avec ces cellules, et ne laisse paraître extérieurement sa présence que par une boursoufflure à leur jonction (fig. 3).

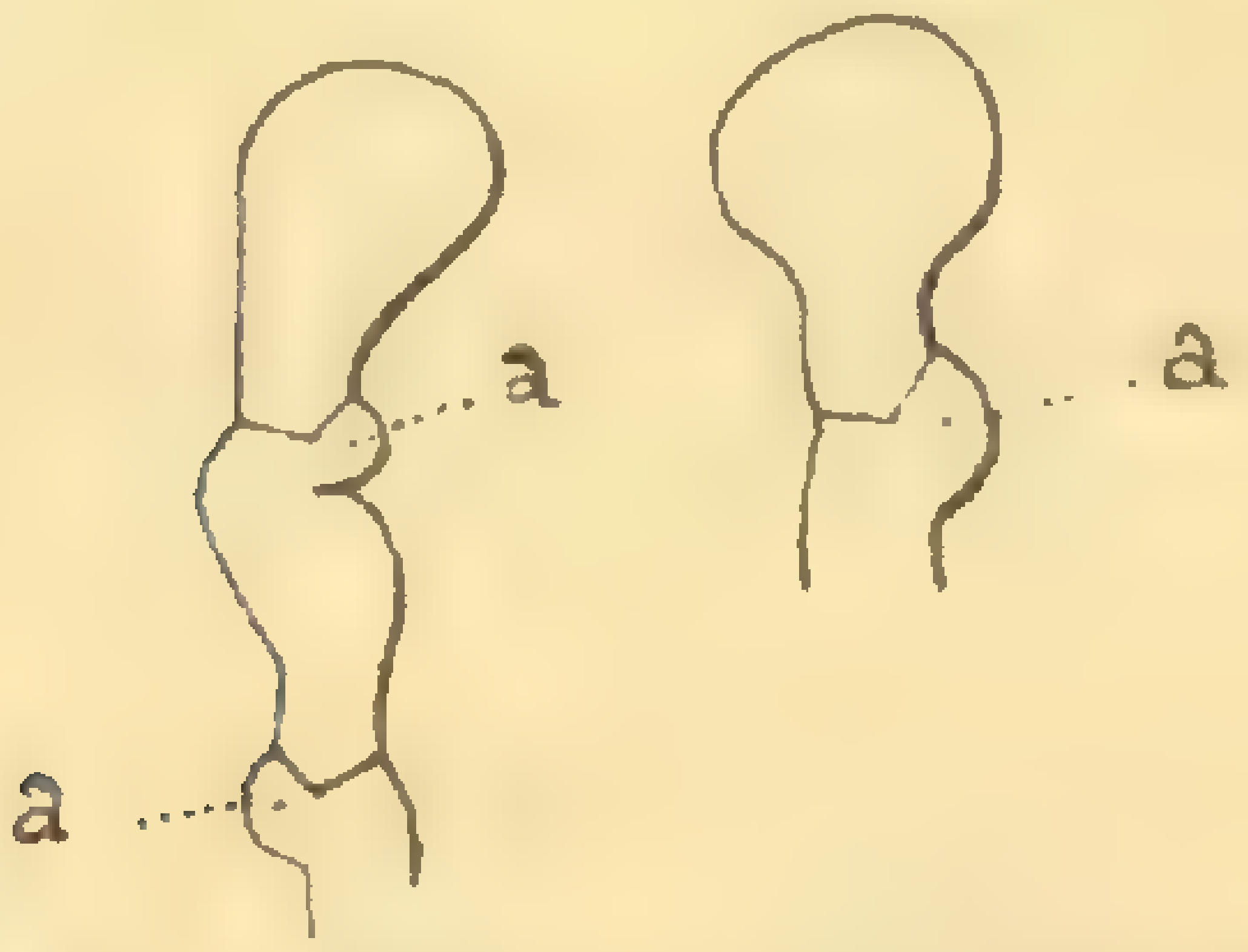


Fig. 3. — Cellules d'un globule avec anses d'anastomose *(a)*. Gr. 500.

De plus, là comme pour les anses anastomotiques des Hyménomycètes, il est certain que l'anse n'ouvre pas une communication constante entre les deux cellules, une de ses extrémités se ferme par une cloison et il est rare de trouver des anses déjà formées et non encore obturées, le développement de ces anses étant très rapide. J'ai pu suivre dans une culture en chambre humide de van Tieghem la formation d'une de ces anses (fig. 4). Sur un filament mycélien en voie de croissance, mon attention fut attirée par une petite hernie de la membrane du filament, à 80 μ environ de son extrémité ;

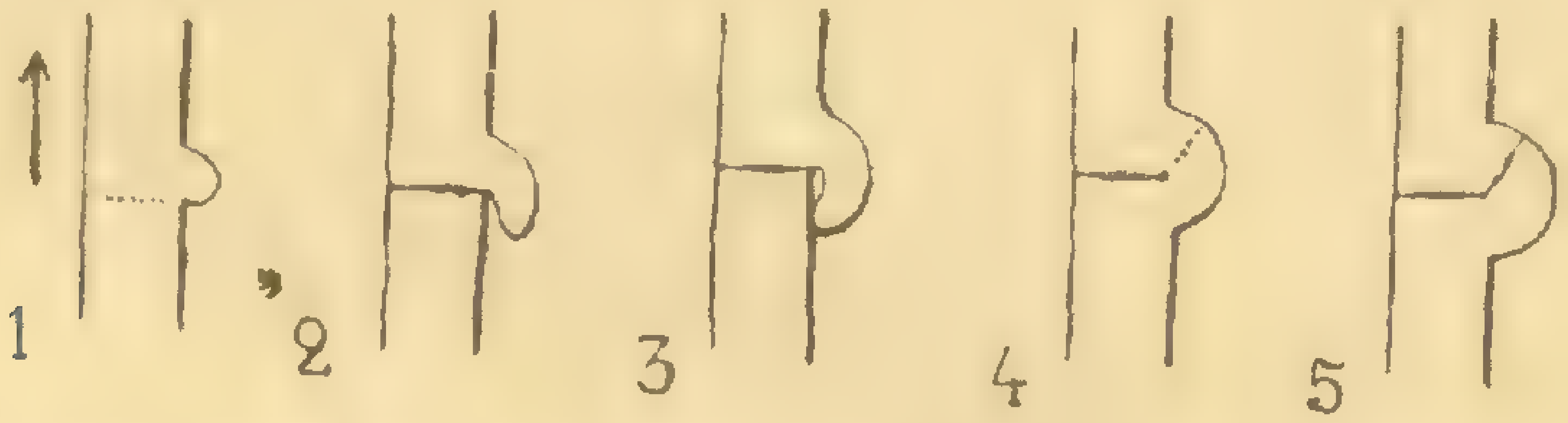


Fig. 4. — Développement d'une anse anastomotique sur un filament mycélien. Gr. 1000. La flèche indique le sens de croissance du filament. Dans le texte, la cellule supérieure est appelée A et la cellule inférieure B.

juste en arrière de cette hernie se formait alors une cloison perpendiculaire à l'axe du filament et qui, d'abord formée simplement de granulations nettement visibles dans le protoplasme, devenait de plus en plus distincte. Elle séparait en 2 cellules, A et B (A portant la petite hernie), la longue cellule en voie de développement qui terminait le filament. La petite hernie s'allongea en se recourbant, pour venir prendre contact contre la paroi de la cellule B juste au-dessous de la cloison transversale. Le diamètre de cette petite anse était un peu inférieur à celui du filament. Le contact de la pointe de l'anse avec la paroi de la cellule B dura quelques minutes, au bout desquelles, par destruction des membranes, la communication s'établit librement entre l'anse et la cellule B. En même temps une nouvelle cloison se formait dans l'anse, près du point où elle était née, fermant la communication entre l'anse et la cellule A. Cette formation avait duré à peu près une demi-heure.

Pour les anses anastomotiques qui se forment entre les cellules du globule, il est fort probable que la formation est analogue. La forme du champignon ne permet pas d'en suivre le développement au microscope, mais on peut retrouver, dans les fragments d'un globule dissocié, une série d'états correspondant aux divers stades du développement décrit plus haut ; la seule différence est que pendant la croissance, l'anse n'est jamais aussi distincte des cellules qu'elle réunit, et que, par suite, on ne trouve jamais, comme pour le mycélium, de petites évaginations en forme de tube fermé et recourbé, fixé par une seule extrémité au filament sur lequel l'anse est née. D'autre part, l'angle formé par les plans de la cloison transversale et de la cloison particulière à l'anse est un peu plus obtus (140° environ) que pour les filaments mycéliens (120° environ).

En tous cas, pour le mycélium comme dans le globule, quand une cellule vient à se diviser, l'élément qui se trouve à l'extrémité du filament envoie vers la cellule précédente un petit prolongement qui s'ouvre dans cette cellule et se sépare par une cloison de celle dont il provient. L'anse se trouve donc fermée, ce qui est contraire aux théories de Sorokine.

2° Les isthmes décrits par Sorokine me semblent être un cas exceptionnel et n'avoir pas l'importance qu'il leur attache.

En premier lieu, je n'ai jamais pu voir, par dilacération d'un globule, deux cellules de filaments voisins réunies l'une à l'autre par une communication transversale nette ; une seule fois, j'ai vu deux filaments fusionnés en un point pour reprendre d'ailleurs tout de suite après leur individualité. La rareté du fait ne permet de ne voir dans cette fusion qu'une sorte d'accident : entre deux cellules trop rapprochées pour une cause tout extérieure sans doute, la membrane s'était détruite.

En second lieu je n'ai pu voir aucun isthme entre les cellules de la surface. Je n'ai pas vu sur le globule entier de jonctions apparentes depuis l'extérieur (1). La dilacération d'un globule ne m'a pas fait voir de liaisons analogues à celles que représentent ses figures (fig. 5) ou de cellules dans la membrane desquelles un isthme rompu laisse voir une ouverture.

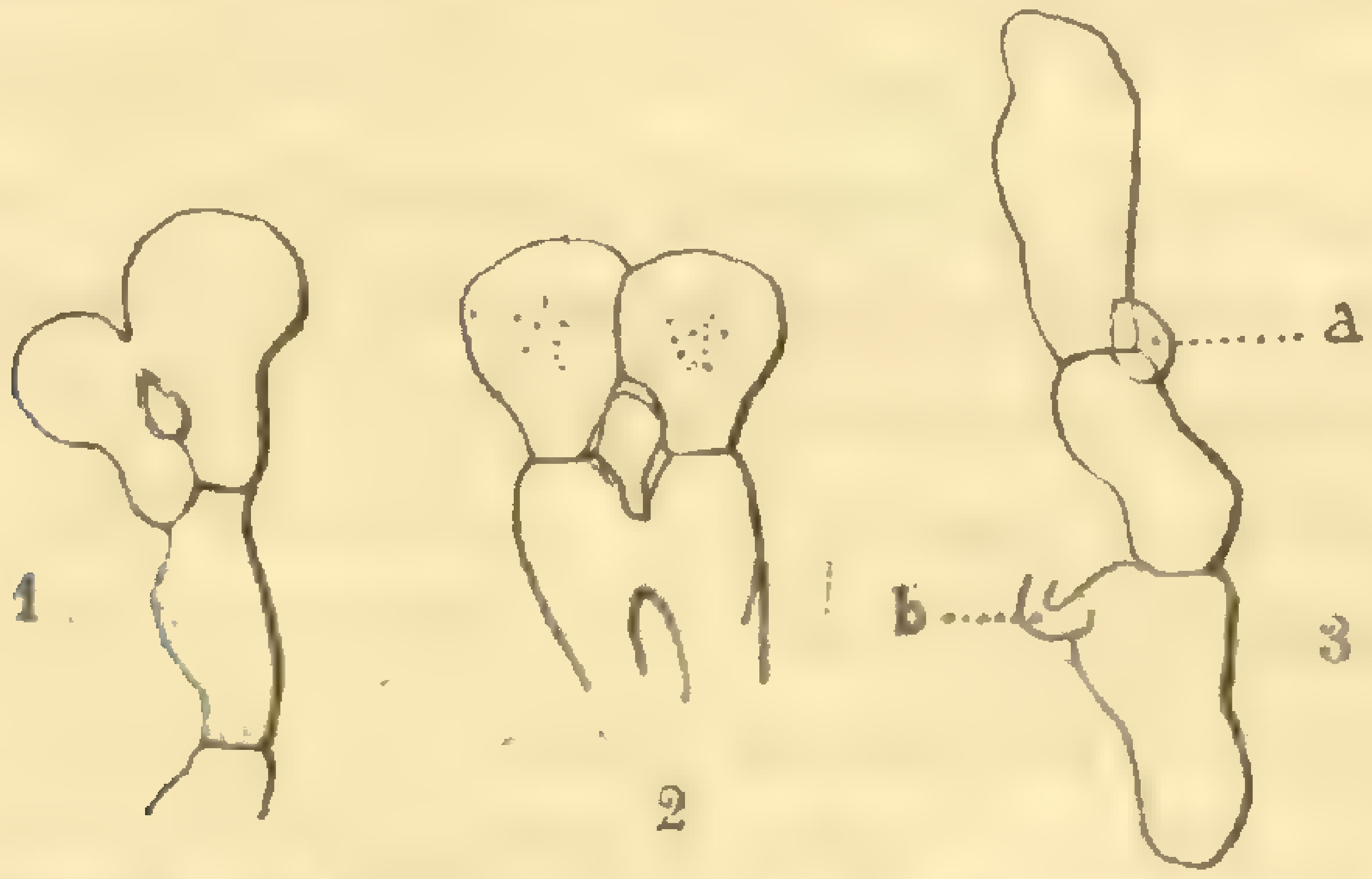


Fig. 5. — Les « isthmes » et « boutonnières » du *Crocysporium torulosum*, d'après Sorokine. Gr. 500.

1. Copulation des cellules sphériques par les isthmes.
2. Copulation de deux cellules supérieures et de deux cellules du milieu.
3. Chaîne de cellules. *a)* Boutonnière intacte. *b)* Boutonnière déchirée.

Ainsi, des deux sortes d'anastomoses signalées par Sorokine, une seule est réelle, me semble-t-il. Au temps où Sorokine publiait son travail, l'exposé de ces modes de liaison entre les cellules prenait une importance du fait des théories qui avaient cours alors relativement à la communication des protoplasmes et au rôle de la copulation dans le développement.

La présence des seules liaisons que j'ai pu constater, c'est-à-dire des anastomoses entre cellules voisines d'un même filament, est déjà pour moi une raison de supposer que le *Crocysporium* est une forme d'un champignon Basidiomycète. Jusqu'à maintenant, en effet, l'existence de ces anses anastomotiques n'a été signalée que dans ce groupe de Champignons.

---

(1) Sorokine, fig. 2.

Quelle valeur taxonomique précise faut-il attribuer à la présence de ce caractère ? Il pourrait sembler audacieux de s'appuyer sur la présence d'une structure anatomique aussi particulière, pour démarquer les différents ordres de Champignons. La structure anatomique, variable avec les milieux et modifiée profondément par l'action inhabituelle de tel ou tel agent extérieur, ne semble pas un caractère suffisant pour prendre un rôle prépondérant dans une classification naturelle. Des adaptations semblables produisent, dans des classes différentes d'êtres, des structures anatomiques analogues. Aussi, en général, la connaissance des phénomènes relatifs à la reproduction est-elle nécessaire pour classer. Basidiomycète veut dire, étymologiquement et logiquement : champignon où la reproduction se fait par basides. Il n'est pas possible actuellement de dire si la reproduction se ferait par basides chez le *Crocysporium*. Ainsi qu'on le verra plus loin, je n'ai, pas plus que ceux qui m'ont précédé dans cette étude, rien pu voir qui fût relatif à la reproduction du *Crocysporium* et n'ai observé chez lui qu'une vie purement végétative. A défaut de renseignements sur son évolution, impossibles à recueillir pour l'instant, j'attache une grande valeur taxonomique à la présence des anses d'anastomose. Notre ignorance de la signification précise de ce phénomène nous en fait faire un caractère purement anatomique ; il est probable que nous connaissons là le côté morphologique seulement d'un phénomène cytologique non encore mis en lumière ; il prend dès lors une importance beaucoup plus grande pour la classification. — Quoi qu'il en soit, j'ai voulu chercher à ajouter à ce premier argument quelqu'autre raison d'affirmer que le *Crocysporium* est un Basidiomycète : c'est dans ce but que j'en ai entrepris l'étude cytologique.

Etude cytologique du *CROCYSPORIUM TORULOSUM*

Technique de fixation et de coloration. — J'ai employé pour la fixation le picroformol de Bouin, avec la formule modifiée suivant les données de Maire. Après immersion pendant trois jours, dans ce picroformol, des fragments à colorer, on lave rapidement à l'eau, puis soigneusement à l'alcool, où l'on conserve le matériel fixé.

J'ai essayé les coupes après inclusion dans la paraffine. La forme du *Crocysporium*, son mode de ramification, l'irrégularité des cellules m'ont amené à préférer la coloration en masse, puis la dilacération des globules. Les éléments cellulaires restent le plus souvent entiers ce qui est un avantage important.

Comme colorant nucléaire, j'ai employé l'hématoxyline acide d'Ehrlich, et surtout l'hématoxyline ferrique de Heidenhain : après un mordançage de douze heures dans une solution d'alun de fer à 3 °/oo, je colorais vingt-quatre heures dans une solution aqueuse à 1 °/o d'hématoxyline. Pour la régression, toujours nécessaire, je prenais une solution d'alun de fer à 1 °/o. Comme colorant plasmatique j'ai employé le lichtgrün.

Membrane. — La membrane de la cellule ne présente aucune différenciation spéciale. Elle est d'une épaisseur très régulière, de l'ordre, sans doute, du 1/10 de μ. Dans les colorations à l'hématoxyline, elle retient toujours un peu de colorant, qu'une régression plus complète à l'alun de fer pourrait lui faire perdre, mais en portant atteinte à la coloration des noyaux.

Les cloisons qui séparent les cellules d'un filament présentent un aspect analogue à celui qu'a observé Maire,

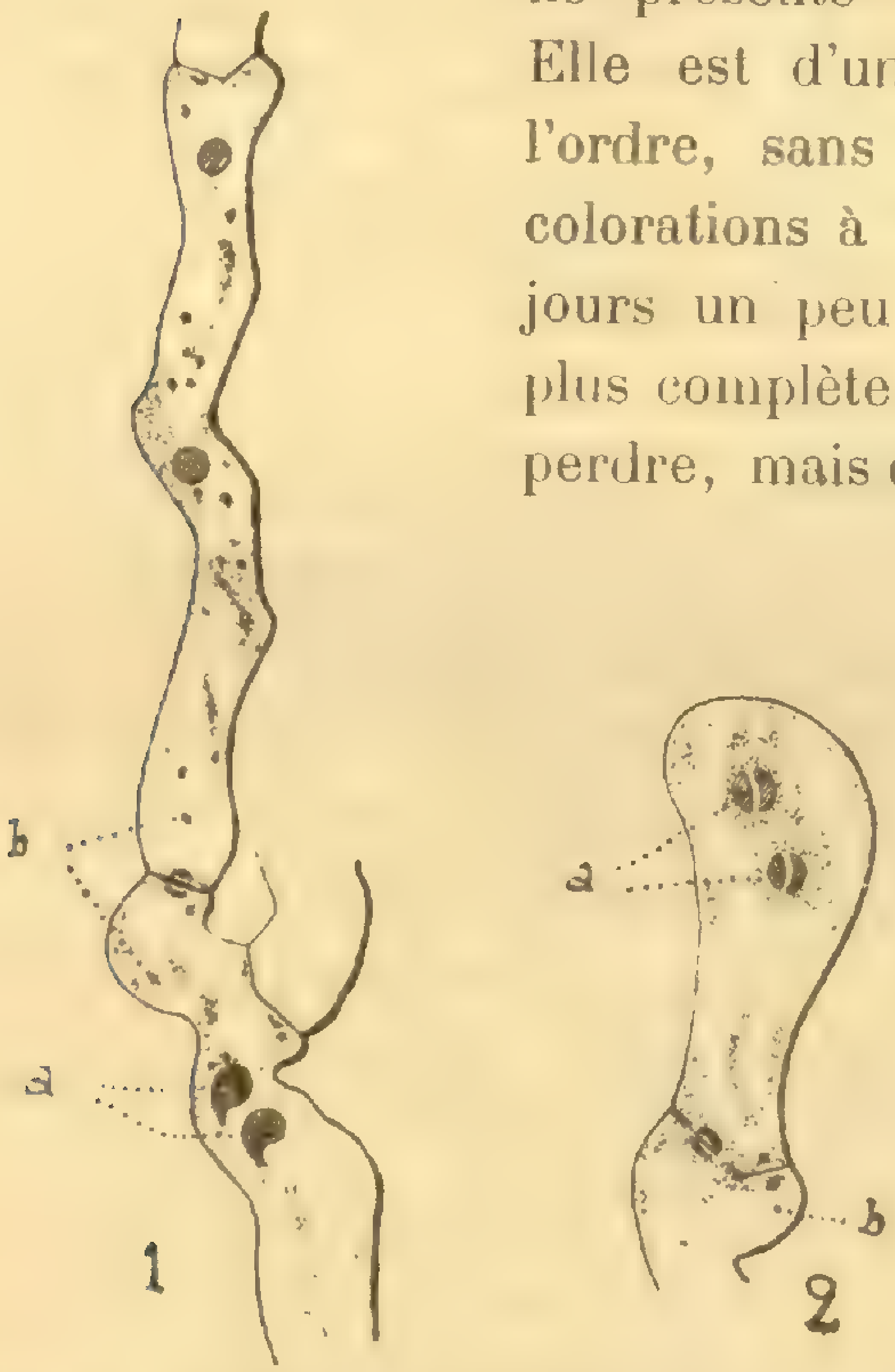


Fig. 6. — 1. Cellules de l'intérieur d'un globule. *a)* Deux noyaux en forme de virgule, constituant un syncaryon. — *b)* Granulations cytoplasmiques basidophiles.

2. Une cellule superficielle : *a)* noyaux à deux chromosomes apparents. — *b)* anse anastomotique. — Gr. 1040.

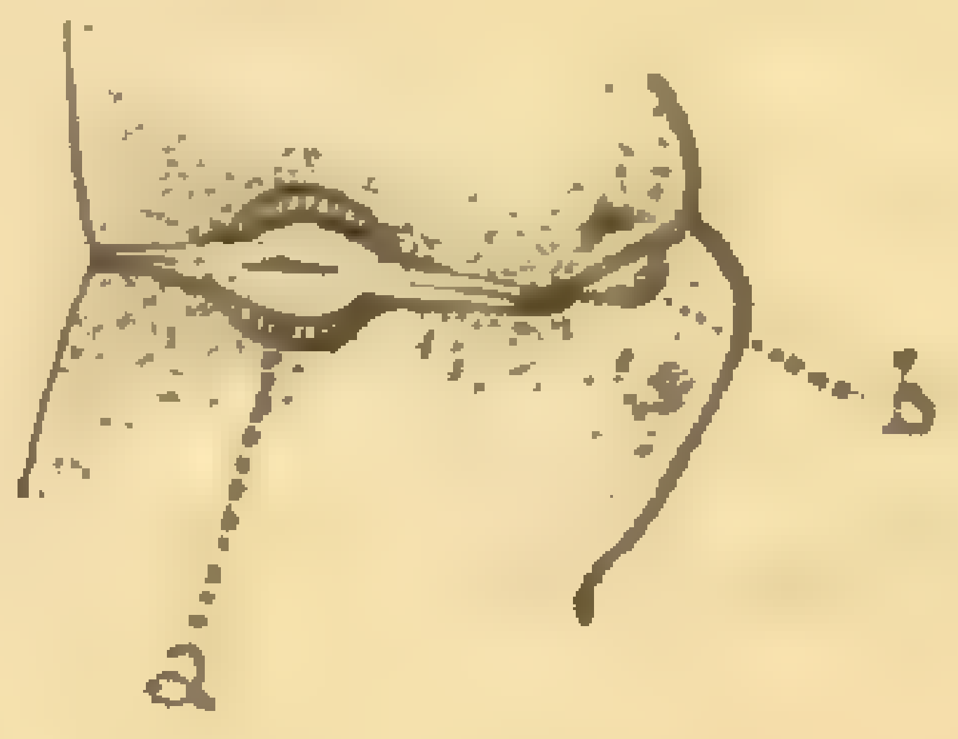


Fig. 7. — Cloison transversale avec anse anastomotique vue en coupe optique. Gr. 1600.

a) Epaississements basidophiles de la cloison du filament.

b) Epaississements basidophiles de la cloison de l'anse.

dans *Godfrinia conica* par exemple, chez lequel il décrit, au niveau de chaque cloison, des épaississement hémisphériques basidophiles, qu'il interprète comme des réserves nutritives (fig. 7). Le filament étant vu en coupe optique, la membrane extérieure en est figurée par deux lignes épaisses, uniformément colorées ; d'ordinaire l'une de ces lignes s'infléchit un peu vers l'intérieur du filament au niveau de la cloison, l'autre au contraire déborde vers l'extérieur à cause de la présence de l'anse d'anastomose à laquelle elle sert de paroi. A partir de la première de ces lignes, s'élève perpendiculairement à elle une ligne droite qui est la coupe de la cloison transversale. Elle se raccorde par un angle de 130° environ avec la ligne que trace la coupe de la cloison formée dans l'anse d'anostomose. La cloison transversale est plus épaisse et moins sombre que la membrane externe du filament ; son épaisseur s'accroît des bords au milieu. Là, elle présente, se faisant face très exactement, situés de chaque côté de la membrane, deux épaississements en forme de lentille à bords minces, concavo-convexes, de 1 à 2 μ de diamètre sur 1/2 μ d'épaisseur et qui se colorent très fortement. Sur les cloisons des anses anastomosiques, on voit de même des granulations colorées plus petites, qui correspondent à une disposition semblable, moins apparente en général.

Cytoplasme. — Le cytoplasme de la cellule se trouve, avant la coloration, taché de gouttelettes brillantes constituées sans doute par des matières grasses. La fixation au picroformol les élimine et il n'en reste plus trace dans les préparations colorées.

Celles-ci ne révèlent aucune différenciation nette, aucune structure particulière du cytoplasma. Suivant que la régression est plus ou moins poussée, on peut seulement observer quelques granulations de 1/4 à 1/2 μ au plus, irrégulièrement réparties dans la masse protoplasmique, quoique souvent au voisinage de la membrane. Parfois aussi on voit quelques traînées colorées qui le plus souvent s'allongent en forme de rubans suivant la longueur des cellules.

Noyau. — Il convient avant tout de signaler que les cellules sont toutes binucléées. L'importance de ce caractère au point de vue de la classification sera mise en évidence plus loin.

On distingue dans chaque cellule deux petites masses colorées de

2 à 3 μ de diamètre. Leur situation dans la cellule est un peu indifférente, en général elles se trouvent distantes entre elles de 5 à 7 μ, parfois très rapprochées, parfois éloignées de 15 à 20 μ. Ce noyau est peu différencié. Parfois la chromatine est uniformément répartie à la surface du noyau. Parfois on voit distinctement deux calottes sphériques fortement colorées réunies par une zone claire. Cette disposition tenant à la répartition de la chromatine et de son support, la linine, on peut assimiler à deux chromosomes ces deux masses allongées de chromatine.

Dans certaines cellules les noyaux ne présentent pas une forme régulièrement sphérique. Ils s'étirent tantôt en forme de croissant, tantôt en forme de virgule. Sur d'autres échantillons, j'ai constaté que le noyau, tout en restant sphérique, prend une structure vasculaire ou semble s'émietter en fragments. Je crois pouvoir interpréter ces déformations comme des phénomènes caractéristiques du vieillissement de la cellule.

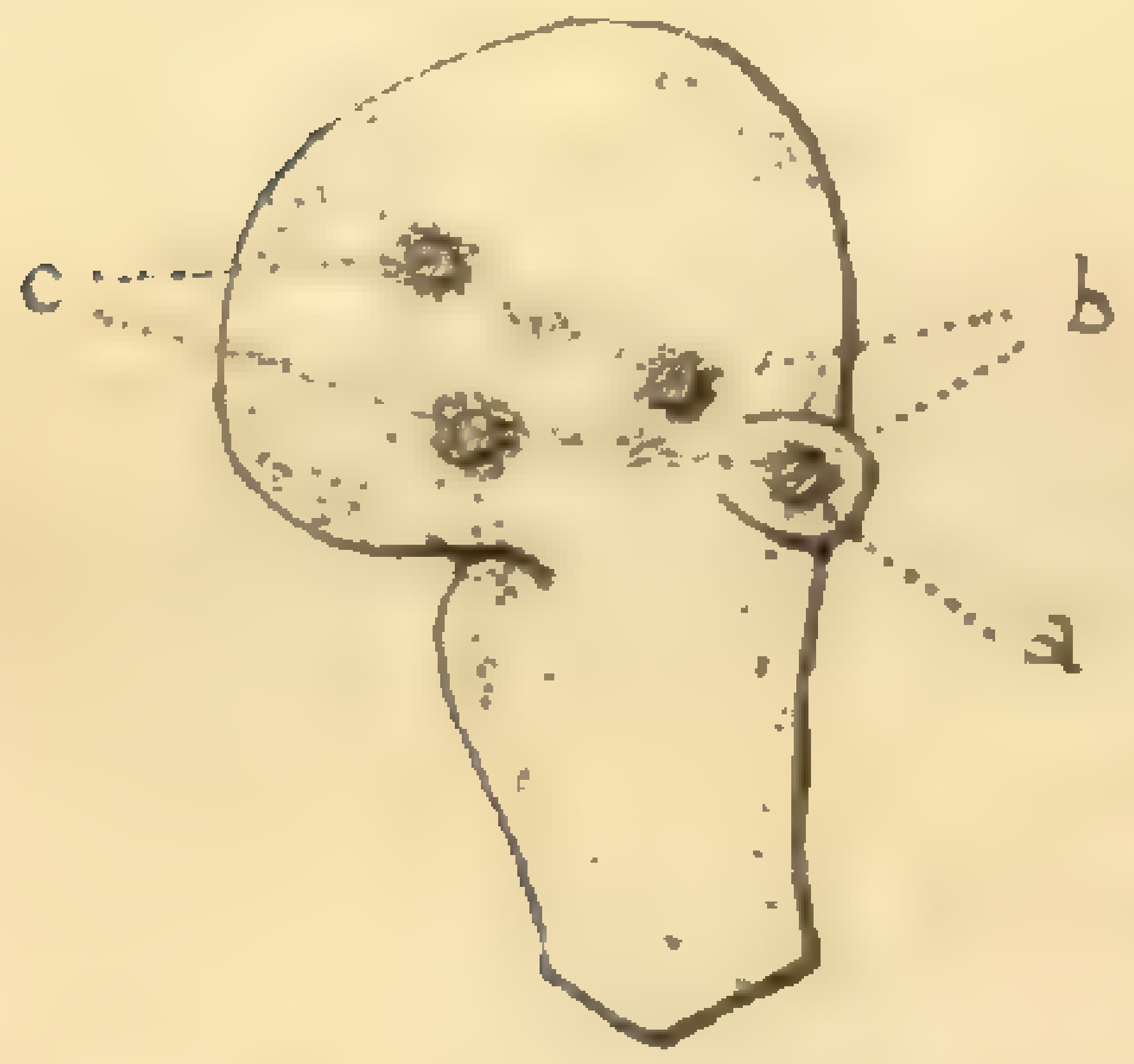


Fig. 8. — Mitose conjuguée dans une cellule terminale.
a) bourgeon.
b b) Syncaryon destiné au bourgeon ; l'un des 2 noyaux y a déjà pénétré.
c c) Les 2 noyaux du syncaryon restant dans la cellule.

Bourgeonnement des cellules. — La formation d'un bourgeon nécessite la division du contenu cellulaire. Elle se produit de la manière suivante : A la période qu'on peut considérer comme prophase, les deux noyaux subissent une sorte de concentration qui leur donne une forme régulière. La chromatine, alors uniformément répartie, se colore d'une façon plus intense, puis deux chromosomes se différencient ; à ce moment, les deux noyaux se rapprochent dans la partie supérieure de la cellule, puis ils s'étirent suivant des droites à peu près parallèles, pendant que la membrane de la cellule forme une hernie qui est le début du bourgeon. Des sortes de fuseaux colorés unissant deux à deux les noyaux qui proviennent de la division, persistent assez longtemps. Je les ai vus encore au moment où l'un des noyaux fils se trouvait déjà avoir pénétré dans le bourgeon, et où le second était sur le point de faire de même. La membrane du bourgeon s'accroît rapidement, les deux noyaux y pénètrent, leurs chromosomes redeviennent apparents, une cloison sépare la nouvelle cellule de celle qui l'a produite, une anastomose se développe, et la structure des noyaux revenus au repos perd sa netteté. Toute cette évolution nucléaire se produit pour les deux noyaux avec une remarquable simultanéité.

Dans plusieurs cas de division, j'ai pu observer que le cytoplasma se colorait dans le voisinage du noyau. La préparation montrait alors de longs filaments noirâtres, enchevêtrés, englobant le noyau. C'est surtout pour les cellules sphériques que j'ai constaté ce phénomène. Je crois pouvoir assimiler à l'ergastoplasme, ou plutôt au cytoplasme supérieur de Prenant, ce cytoplasme dont la colorabilité, apparue comme une propriété nouvelle au cours de l'évolution cellulaire, semble correspondre à une différenciation utile pour la division de la cellule.

Quelles conclusions tirer de cette étude cytologique relativement à la classification du *Crocysporium* parmi les Basidiomycètes ? Le point important à en retenir est que les cellules présentent des syncaryons à mitoses conjuguées. C'est un caractère commun à tous les Basidiomycètes, dont il marque la phase sporophytique.

A la vérité, ce caractère n'est pas absolument particulier aux Basidiomycètes et on le rencontre parfois, avec certaines variations, dans le groupe des Ascomycètes. Ainsi, chez *Pyronema confluens*, l'œuf formé par fusion de deux gamètes plurinucléés contient un certain nombre de couples de deux noyaux, l'un mâle, l'autre femelle, formant des syncaryons. L'œuf germe en poussant, en plusieurs points de sa surface, des filaments irrégulièrement ramifiés où s'engagent les syncaryons : ceux-ci, se divisant par des mitoses conjuguées, déterminent la croissance du filament, et pendant tout le développement du sporophyte issu de l'œuf les noyaux des syncaryons restent côte à côte jusqu'au moment où la fusion des deux noyaux d'un syncaryon à l'extrémité du filament donnera naissance à l'asque. Chez d'autres Ascomycètes, l'évolution est plus ou moins différente : chez *Galactinia succosa*, par exemple, au moment de la formation de l'œuf, la fusion des noyaux des deux gamètes (qui sont uninucléés), paraît se faire ; cette fusion est sans doute plus apparente que réelle puisqu'au moment de la formation de l'asque, on assiste à la fusion des deux noyaux d'un syncaryon qui venait de se former par simple décollement des noyaux accollés jusque-là pendant le développement du sporophyte et dont les divisions devaient être parallèles. Mais chez les Ascomycètes, le développement de l'œuf se produit à la surface du gamétophyte, formé de filaments enchevêtrés, sur lesquels se sont produits les organes sexués dont la fusion a donné les œufs : ces œufs se développent sans quitter leur support et la végétation du sporophyte se superpose et se mélange ainsi à celle du gamétophyte ; une même coupe à travers un périthèce de *Pyronema confluens* montrera côte à côte des cellules uninucléées appartenant au gamétophyte et des cellules binucléées appartenant au sporophyte.

Dans le *Crocysporium*, il n'y a rien d'analogue à un périthèce, toutes les cellules m'ont paru binucléées et il faut rejeter l'hypothèse qui en ferait un sporophyte d'Ascomycète végétant par lui-même loin du gamétophyte qui lui aurait donné naissance. Je crois donc pouvoir, à l'argument morphologique que j'invoquais plus haut, joindre une raison d'ordre cytologique en faveur de la classification du *Crocysporium* parmi les Basidiomycètes.

Essais de culture.

Le seul mode de propagation possible pour le *CROCYSPORIUM TORULOSUM*

Dans l'étude anatomique et cytologique que je viens de faire, je n'ai parlé que d'organes végétatifs : filaments mycéliens et masses globuleuses qui constituent tout le champignon. Je n'ai pas décrit d'organes reproducteurs, basides produisant des basidiospores, voire même simples conidies qui seraient destinées à propager le champignon. Et pourtant certains des auteurs qui ont précédemment étudié le *Crocysporium* y signalaient la présence de spores. Corda les décrit ainsi : « Le support consiste en fils simples cloisonnés qui portent les spores à leur extrémité. » Berkeley écrit à son sujet : « Réceptacle obscur, spores irrégulières disposées en filaments courts, moniliformes, au sommet de stipes flexueux, branchus, rayonnants et compacts. » Même plus tard, Lindau écrit : « Conidies sphériques ou ovales, assez grandes. » En opposition avec eux, Sorokine dit, dans son article des Annales des sciences naturelles : « D'après mes recherches, cette dernière espèce n'a pas de spores. » Je n'ai pu, moi non plus, voir aucune sorte de fructifications. Cependant j'ai pu étudier à ce sujet une culture en atmosphère sèche, une autre en atmosphère humide.

Les opinions différentes des auteurs cités plus haut s'expliquent de la façon suivante. L'examen du *Crocysporium* nécessite ou la dilacération ou au moins l'écrasement d'un fragment entre deux lames de verre. Dans l'un et l'autre cas, on sépare forcément beaucoup de cellules de la surface que, malgré leur forme un peu irrégulière, on peut pourtant confondre avec des spores. J'ai constaté en effet qu'il était très fréquent qu'elles se détachent de la cellule sous-jacente de telle sorte qu'il est impossible de trouver dans leur membrane une solution de continuité. L'examen des parois en lumière directe et surtout en lumière un peu oblique, la comparaison avec des cellules déchirées, ne peuvent laisser de doute à ce sujet : les cellules terminales qui se détachent sont presque toujours complètes ; la membrane qui provient de la délamination de la dernière cloison intercellulaire est beaucoup moins nette que les parois libres. Sa surface est irrégulière et non point lisse comme celle des membranes latérales, son épaisseur est moindre, mais très appréciable aux forts grossissements.

La fréquence avec laquelle se produit artificiellement cette séparation de cellules entières de forme spéciale m'a fait me demander s'il n'y aurait pas là l'occasion d'une sorte de bouturage par propagules, qui permettrait la dispersion du champignon. Le fait qu'il se trouve très souvent sur les morceaux de bois qui ont flotté à la surface des étangs et se sont échoués, pouvait laisser supposer utile l'intervention de l'eau, par exemple, pour produire la gélification des parois et la séparation des cellules. J'ai plongé dans une eau légèrement nutritive des fragments de *Crocysporium* à divers états de développement. Après un séjour de plusieurs mois je n'ai chez aucun observé de gélification des cloisons permettant d'expliquer le détachement des cellules terminales. D'autre part, j'ai cherché à obtenir la germination de sortes de propagules obtenues artificiellement par dilacération d'un globule et placés en chambre humide de van Tieghem dans divers milieux nutritifs liquides. Je n'ai pu y obtenir même un commencement de développement, ce qui m'a fait écarter l'hypothèse d'une dispersion par propagules.

J'ai essayé également d'obtenir des cultures pures de *Crocysporium*, dans lesquelles il m'aurait été donné de suivre le mode de propagation du champignon sur son support, et où j'aurais peut-être vu quelque trait relatif à la reproduction. J'ai employé différents milieux, soit milieux solides : tranches de carotte, morceaux de bois et d'écorce sur lequel le champignon végète dans la nature et que je stérilisais ; soit milieux nutritifs liquides employés par van Tieghem dans ses études sur les Mucorinées, liquide de Raulin, etc. Dans ces différents milieux je déposais un globule de *Crocysporium*. Les résultats ont été les suivants : sur carotte, quelques tubes sont restés stériles indéfiniment, sans développement du *Crocysporium*. Les autres ont été envahis par d'autres champignons ou par des bactéries. Dans les milieux liquides et sur bois, j'ai pu obtenir quelques débuts de développement, bientôt arrêtés par la multiplication des bactéries. Mais l'addition d'un cristal d'acide thymique au liquide nutritif m'a permis d'empêcher le développement des bactéries, sans gêner celui du champignon et j'ai pu par ce moyen obtenir un certain nombre de cultures.

Comme le montre déjà la planche de Sorokine, la croissance se fait par les cellules sphériques de la surface du globule. Elles poussent une hernie qui s'allonge en un filament analogue aux filaments mycéliens du *Crocysporium*. Assez souvent s'échappent du globule des filaments provenant de spores étrangères qui s'y sont trouvées enfermées pendant sa croissance. On dispose toujours d'un caractère précis pour les différencier : la présence des anses d'anastomose. Il y a peu de probabilités pour qu'une spore d'un autre Basidiomycète se soit trouvée enfermée dans un globule.

Le mycélium qui s'est produit dans ces cultures présente exactement les caractères de celui que j'avais étudié à la base des globules, sur le support. J'y ai vérifié un caractère que signale Sorokine : les filaments voisins sont parfois réunis par des filaments transversaux formant anastomose. Enfin j'ai pu faire sur lui l'étude cytologique du mycélium de *Crocysporium*.

Les cellules sont binucléées comme celles des globules : elles sont allongées de 50 à 150 μ d'ordinaire, régulièrement cylindriques. La membrane, sans différenciations spéciales, présente au niveau des cloisons transversales les épaississements colorables décrits plus haut. Le cytoplasme avant coloration montre des gouttelettes d'huile plus réfringentes que lui. On y rencontre dans les cellules jeunes des tablettes granuleuses se colorant assez fortement : c'est surtout à l'extrémité des filaments qu'elles sont visibles, au point parfois que le cytoplasme semble y avoir une structure alvéolaire. A certains moments on peut observer des filaments d'ergastoplasme au voisinage du noyau. Les noyaux, au nombre de deux dans chaque cellule, présentent une grande variété de formes. Le plus grand nombre de ceux qu'on voit dans une préparation, noyaux âgés ou au repos, sont irréguliers, subovoïdes, étirés suivant l'axe du filament, parfois en forme de bâtonnets de 4 à 6 μ de long sur 1/2 à 1 μ de large : on n'y distingue ni membrane, ni nucléole ; la coloration en est uniforme. Parfois pourtant on voit encore nettement deux chromosomes allongés, réunis par une bande plus claire.

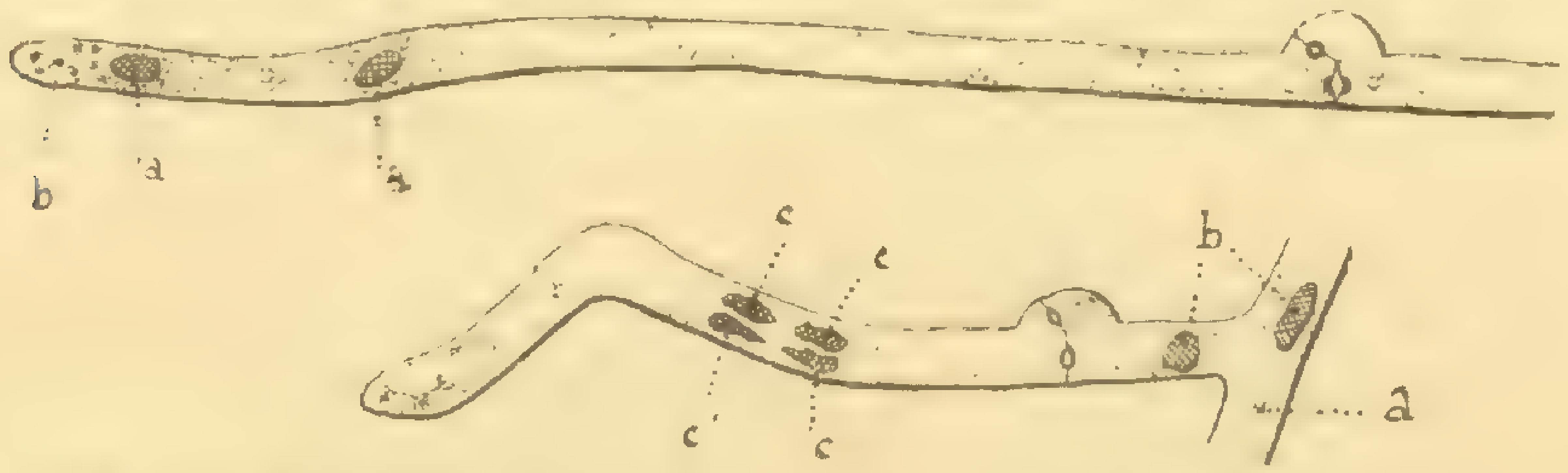


Fig. 9. — 1. Cellule terminale d'un filament mycélien.
a) **Les deux noyaux du syncaryon.**
b) Granulations protoplasmiques de l'extrémité du tube mycélien.
2. Mitose conjuguée dans une ramification latérale du filament.
a) **Filament principal.**
b b) Noyaux de la cellule qui a bourgeonné le filament latéral.
c c c' c') Les 4 noyaux résultant de la mitose ; *c c* et *c' c'* étant les 2 nouveaux syncaryons.

Au moment de la division, les noyaux jeunes prennent une apparence plus nette. Le phénomène peut s'observer à l'extrémité des filaments ou à la naissance des branches latérales. Les différents stades que j'ai pu voir sont les suivants : Les noyaux concentrent leur chromatine sous forme d'un petit ovoïde court très régulier, puis ils deviennent sphériques avec mise en évidence de deux chromosomes. A ce moment ils se rapprochent l'un de l'autre et ne pouvant se placer de front dans le filament commencent leur division avant de se trouver côte à côte : par étirement chaque noyau se divise en deux, les chromosomes se distinguent nettement sur les petites masses nucléaires qui se reconstituent. Dès ce moment, les noyaux d'un même syncaryon se replacent l'un à la suite de l'autre dans le filament. Puis la chromatine se répartit uniformément à la surface du noyau.

Pour les noyaux des cellules déjà âgées qui donnent naissance à une ramification latérale, la suite des phénomènes est la même ; mais la chromatine forme toujours des figures plus irrégulières et on voit moins nettement après la division se reconstituer des noyaux arrondis à deux chromosomes.

Dans l'une des cultures en goutte pendante, à l'intérieur d'une chambre humide de van Tieghem, j'ai vu se produire les phénomènes suivants : les filaments mycéliens sortaient de la goutte où j'avais placé le globule et leur croissance les entraînait à la surface de la lamelle vers les parties sèches de celle-ci. Dans une région à peu près sèche, brusquement le filament changea son mode de croissance : à la croissance par divisions successives de la cellule terminale du filament, ce qui donnait un tube mycélien allongé, très peu ramifié, succéda un mode de croissance par ramifications très fréquentes serrées autour d'un point. Le liquide de la goutte étant venu noyer ces ramifications, la croissance en longueur reprit, puis bientôt à nouveau la croissance par ramifications latérales, touffues. En un point où l'eau n'arriva jamais, je pus voir les filaments se terminer par des cellules arrondies et il se forma un globule en tous points semblable à ceux que j'avais détachés de leur support ligneux (fig. 10).

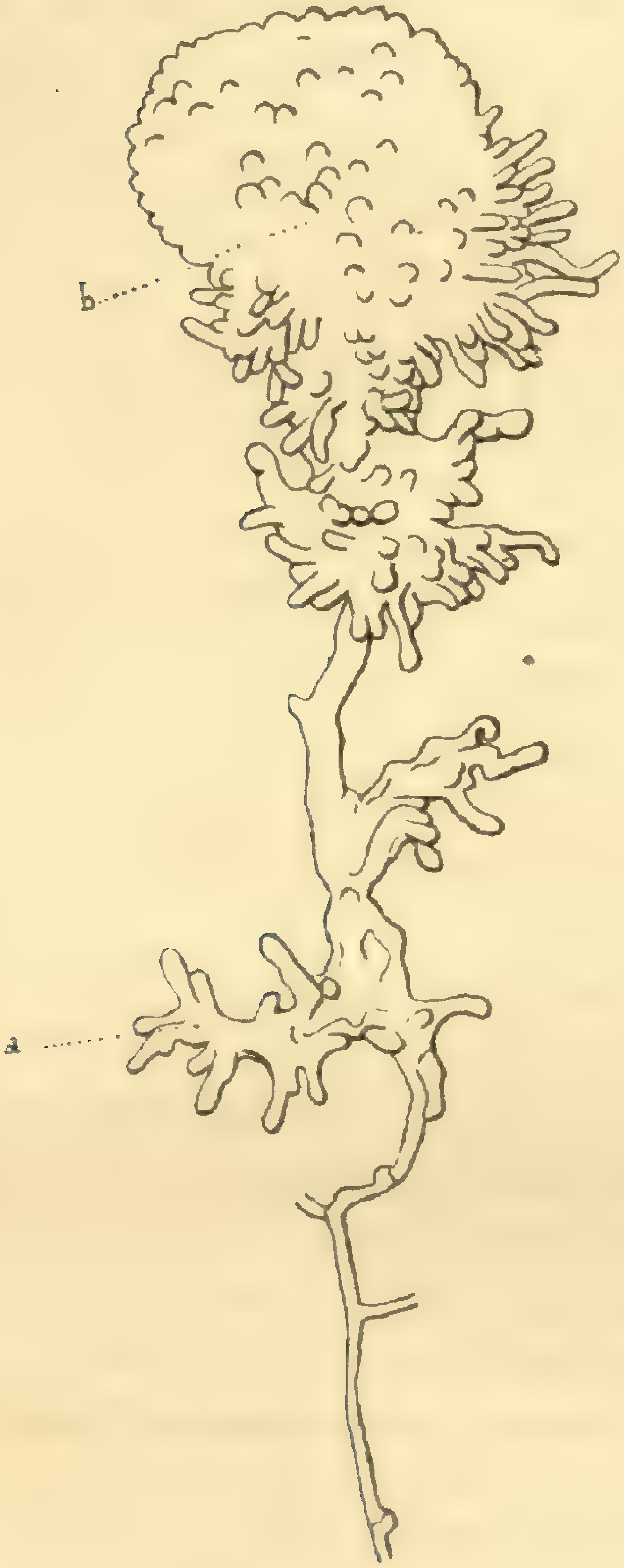


Fig. 10. — Nouveau globule développé expérimentalement sur un filament mycélien.
a) Forme aquatique des ramifications latérales.
b) Forme aérienne des ramifications.

Quelles conclusions tirer de ces essais de culture ?

C'est d'abord que le *Crocysporium* présente deux formes de végétation : l'une, caractéristique des milieux aqueux ou très humides est la forme mycélienne ; l'autre, qui se développe dans les milieux relativement secs, est la forme globuleuse. Il n'y a aucune différence fondamentale entre ces deux formes, puisque les caractères cytologiques sont les mêmes sensiblement et que les caractères anatomiques varient seuls sous l'influence d'un changement de milieu.

En second lieu, cette formation de nouveaux globules de *Crocysporium* par une sorte de multiplication purement végétative pourrait peut-être suffire à expliquer le développement, souvent considérable sur un même support, d'un champignon dont on ne connaît pas de spores. De même que le peuplier d'Italie a été propagé en France uniquement par bouturage à partir d'un pied femelle, que nombre de plantes d'ornement sont incapables de donner des graines viables, et que même dans la nature, certaines plantes assez communes, comme la *Lysimachia Nummularia,* se propagent d'une façon purement végétative, de même il semble possible qu'un champignon puisse se répandre par le mode de bouturage indiqué. Dans l'état actuel de nos connaissances, il est logique de le supposer, car la production de spores ou de boutures naturelles dans une proportion utile pour la propagation de ce champignon n'aurait pas passé inaperçue jusqu'ici.

Résumé.

Crocysporium torulosum est un champignon à structure cloisonnée, dont la reproduction est inconnue. C'est donc avec raison que, faute de renseignements plus précis, on le plaçait dans les groupes provisoires des Mucédinées ou des *Fungi imperfecti.*

Mais :

1° *Crocysporium torulosum* présente, à côté de caractères anatomiques généraux communs à l'appareil végétatif de la plupart des Champignons, un caractère anatomique très précis, spécial à la majorité des Basidiomycètes : la présence d'anses d'anastomose.

2° *Crocysporium torulosum* présente un caractère cytologique, la présence de syncaryons à mitoses conjuguées, qu'on a constaté jusqu'ici chez les Basidiomycètes, et aussi chez quelques Ascomycètes, pendant leur phase sporophytique. Mais, chez les Ascomycètes, le sporophyte, peu développé, vit en parasite sur le gamétophyte avec lequel il se trouve mêlé. Or, chez *Crocysporium*, on ne constate jamais la présence d'éléments appartenant à un gamétophyte ; on peut d'ailleurs obtenir le développement d'un nouveau globule sur un filament mycélien appartenant au sporophyte.

En conséquence, malgré l'absence d'organes de reproduction qui seraient seuls vraiment caractéristiques, il convient de considérer le *Crocysporium* comme une forme végétative d'un Basidiomycète inconnu, dans sa phase sporophytique.

Qu'il me soit permis, en terminant, d'exprimer à mon maître, M. L. Matruchot, mes plus sincères remerciements pour tous les conseils qu'il a bien voulu me donner, rendant ainsi plus facile la tâche d'un débutant.

BIBLIOGRAPHIE

1. **Berkeley.** — *Outlines of British Fungology*. London, 1860.
2. **Bonorden.** — *Handbuch der Mykologie*. Stuttgard, 1851.
3. **Cooke.** — *Hand Book of British Fungi*. London, 1871.
4. **Corda.** — *Icones Fungorum*. Prag, 1837.
5. **Corda.** — *Anleitung zum Studium der Mycologie*. Prag, 1842.
6. **Costantin.** — *Les Mucédinées simples*. Paris, 1888.
7. **Fuckel.** — *Symbolae mycologicae*. Wiesbaden, 1869.
8. **Hennings.** — *Einige neue Pilze aus Japan* (in Hedwigia t. 43, 1904, page 153).
9. **Hönnel.** — *Mycologische Fragmente* (in Annales Mycologici — Berlin t. 2, 1904, page 59).
10. **Lambotte.** — *Flore Mycologique belge*. Verviers, 1880.
11. **Lindau,** in **Engler** et **Prantl.** — *Pflanzenfamilien*, I. 1**, Leipzig 1900.
12. **Maire.** — *Recherches cytologiques et taxonomiques sur les Basidiomycètes* (Bull. Soc. Mycol. de France, 1902).
13. **Saccardo.** — *Sylloge Fungorum*, IV. *Hyphomycètes*. Patavii. 1886.
14. **Sorokine.** — Sur la structure du *Crocysporium torulosum* (in *Ann. des Sc. nat. — Botanique*, sixième série, tome IV, 1876).

ARVET-TOUVET
BOTANISTE DAUPHINOIS
ET SON ŒUVRE

par M. Marcel **MIRANDE**

(suite)

Arvet-Touvet combattit vigoureusement les idées du jordanisme. On voit cependant, en parcourant son œuvre, qu'au début il eut à lutter contre sa propre tendance à la fragmentation exagérée des espèces ; mais bien vite ses idées se modifient dans le véritable sens linnéen ; il sent que le moyen de garder une sage mesure et de discerner les caractères spécifiques doit consister, avant tout, dans la subordination des caractères que les jordaniens comptent sans les peser. Pour la variabilité des espèces, il partage entièrement la manière de voir de Duval-Jouve (1) et de Planchon (2) dont la brillante dialectique avait déjà porté le coup fatal au système du jordanisme.

Mais la pensée linnéenne a subi diverses interprétations. Certains naturalistes ont cru trouver dans Linné que la conception de la variabilité de l'espèce n'est pas une entité réelle en nature, mais représente une collectivité de formes affines dans le sens évolutionniste. Arvet-Touvet est énergiquement opposé à cette opinion et son avis était partagé par son vieil ami l'éminent professeur italien Saverio

---

(1) Duval Jouve, Des comparaisons histotaxiques et de leur importance dans l'étude critique des espèces végétales (*Mém. Acad. sc. et lettr. de Montpellier*, t. VII, 1870).

(2) J.-E. Planchon, Le morcellement de l'espèce en Botanique (*Revue des Deux-Mondes*, 1874).

Belli, qui, en 1901, dans un magistral mémoire, a exposé ses idées sur la réalité des espèces en nature (1). Pour Arvet-Touvet, Linné n'a jamais eu la conception philogénétique de l'espèce. *Naturæ opus est species*, disait Linné ; l'espèce n'est pas une forme idéale, une abstraction de l'esprit humain, mais une réalité en nature. Arvet-Touvet n'accepte pas que l'on puisse nier la réalité de l'espèce et n'admettre que la réalité de l'individu, comme le font beaucoup de naturalistes. Dans une lettre à Saverio Belli (26 avril 1899) il s'exprime ainsi :

> L'essence du transformisme, ce qui le caractérise exclusivement, c'est précisément le rapport génétique qu'il prétend établir entre les espèces à l'époque actuelle, et c'est précisément et uniquement ce que je nie d'une manière formelle et ce contre quoi je m'insurge comme étant la cause principale du gâchis dans lequel l'histoire naturelle se débat ; c'est la raison pour laquelle je n'admets point les sous-espèces, c'est-à-dire les espèces qui seraient en voie de formation.
>
> Vous me dites : « Mais vous admettez bien des sous-genres, donc vous êtes transformiste, vous aussi. » Mais entre le genre et l'espèce, il y a un abîme ! L'espèce seule existe dans la Nature, et elle est la base de toute l'histoire naturelle ; le genre n'existe pas, ou, pour mieux dire, n'existe qu'artificiellement, de même que les familles et les sous-familles, les tribus et les sous-tribus, et pour aider nos faibles yeux à mieux reconnaître les espèces ! Et c'est à cette confusion, précisément, que se reconnaissent le mieux les transformistes ; ils ne voient dans les espèces, dans les genres, dans les familles, que des groupes de dignité différente et passant successivement les uns dans les autres.

Arvet-Touvet, comme son ami Belli, admet des groupes réellement existants en nature qu'il appelle espèces et qui peuvent se présenter sous diverses grandeurs. Les espèces sont taxinomiquement indivisibles ; au-dessous d'elles, il n'y a uniquement que des variétés au sens linnéen du mot. John Briquet, l'éminent directeur du Conservatoire et du Musée botaniques de Genève, voit dans ces croyances une véritable école, inaugurée par Kerner, et qu'il nomme le néo-jordanisme (2). Pour Arvet-Touvet, c'est purement et simplement la vraie tradition linnéenne ; il prétend rester dans les limites réelles de cette tradition, tout en modifiant, quand il le faut, à l'exemple de Villars et d'autres grands botanistes, les limites des groupes définis par Linné, à mesure que la science progresse dans la connaissance de ces groupes.

---

(1) Saverio Belli, Observations critiques sur la réalité des espèces en nature au point de vue de la systématique des Végétaux. Turin, 1901.

(2) John Briquet, Observations critiques sur les conceptions actuelles de l'espèce végétale au point de vue systématique.

Tirage à part d'une Notice faisant partie de la Préface du vol. III (fascicule 1) de la *Flore des Alpes maritimes* de Burnat.

⁂

Le problème de l'espèce préoccupe, avons-nous dit, Arvet-Touvet dès l'époque de sa première ferveur botanique. Sa seconde publication, qui date de 1872, est même un *Essai sur l'espèce et les variétés, principalement dans les Plantes.* A cette époque, l'école jordanienne battait son plein, professant que : « l'espèce est tout ce qui se conserve assez invariablement distinct par la reproduction et par la culture, fût-ce même avec des caractères à peu près imperceptibles. » Arvet-Touvet, tout en exprimant avec beaucoup de modestie son peu de science et d'expérience, sans prétendre avoir la témérité de trancher la question entre deux écoles, déclare cependant qu'il se range hardiment parmi les partisans du système linnéen. Il expose ses principales raisons, et il fait des efforts pour s'assurer des véritables limites de l'espèce végétale. Pour cela, il interroge les groupes d'êtres les plus élevés. Ainsi il se demande : qu'est-ce que l'homme au point de vue de l'espèce? C'est un être réunissant sous un même type plusieurs races distinctes en apparence, constantes par la reproduction, de telle sorte que, si on ne les croise pas, elles se reproduisent avec leurs caractères différentiels, mais (et c'est là le point capital selon l'auteur) capables, par le croisement, de reproduire des êtres bien organisés, ayant tous les caractères du type, et *pouvant se reproduire eux-mêmes.* De l'homme il passe aux animaux et il trouve aisément, dans les espèces que tout le monde reconnaît comme telles, les mêmes proportions, les mêmes rapports. Les principes sont évidemment les mêmes dans les plantes et il propose la définition générale suivante de l'espèce :

Un être pouvant réunir plusieurs formes ou races plus ou moins distinctes les unes des autres, mais qui, par leur croisement, produisent des êtres ayant tous les caractères du type, et capables de reproduction.

Et comme corollaires pour la Botanique :

Deux plantes qui, par leur croisement, produisent une autre plante ou hybride capable de se reproduire elle-même, ne sont pas deux espèces.

Deux plantes qui, par leur croisement, produisent une autre plante ou hybride incapable de se reproduire elle-même, sont deux espèces.

Avec ce système, la plupart des espèces de création moderne, et même quelques-unes des anciennes, disparaissent pour devenir des variétés; mais la science y gagnerait. Seuls les spécificateurs y perdraient, dit Arvet-Touvet.

L'étude des hybrides mieux comprise est encore de nature, pense l'auteur, à rendre au genre ses limites véritables, telles, du reste, que les avait presque toujours établies, guidé par son seul génie, l'immortel Linné.

On pourrait essayer, dit Arvet-Touvet, de partager les hybrides en trois ordres :

1° Hybrides fertiles ;

2° Hybrides stériles, mais ne manquant d'aucun caractère apparent essentiel à un être naturel ;

3° Hybrides monstres stériles et manquant d'un caratère apparent essentiel à un être naturel ; et dire, mais après expérience :

Deux plantes produisant par le croisement une hybride du premier ordre, sont deux variétés d'une même espèce ;

Deux plantes produisant par le croisement une hybride du deuxième ordre, sont deux espèces du même genre ;

Deux plantes ne pouvant produire par le croisement qu'une hybride du troisième ordre, sont d'un genre différent, ces deux genres pouvant au reste être de la même famille ou d'une famille différente.

De ces trois ordres d'hybrides, le second seul, dit l'auteur, nous paraît digne d'intéresser les botanistes et de prendre rang à côté des espèces ; les deux autres peuvent être constatés, mais ne doivent pas, à son avis, être étudiés dans une Flore.

Enfin pour compléter ce système, Arvet-Touvet envisage les variétés, qui lui paraissent de trois, à la rigueur même de quatre sortes.

1° Variétés propres, races primitives, constantes ou assez constantes par la reproduction, à moins de croisement;

2° Variétés propres, races créées par l'homme ou le hasard au moyen du croisement des races primitives, constantes ou assez constantes par la reproduction, à moins d'un nouveau croisement ;

3° Variations ne résistant pas à une longue culture et ne se transmettant pas par la reproduction au delà d'une ou deux générations ;

4° Lusus.

On a fait des espèces des trois premières sortes de variétés ; nous ne devons pas désespérer, dit l'auteur, d'en voir faire de la quatrième.

Ce système, dit Arvet-Touvet en terminant, est établi sur ce principe qu'il faudra bien renverser, si l'on veut atteindre le système lui-même : les espèces sont des êtres réellement distincts qui se perpétuent sous un type fixe et incommunicable, de telle sorte qu'on ne les a jamais vus et qu'on ne les verra jamais se reproduire en passant les uns dans les autres.

Ces définitions, on le voit, ne pourraient que rarement rendre des services dans la pratique, car elles nécessiteraient une expérimentation en général de longue durée, mais elles ont une réelle valeur théorique, philosophique, qui nous fixe sur la pensée d'Arvet-Touvet relativement à la question de l'espèce.

Arvet-Touvet était donc un pur disciple de Linné. C'est avec l'esprit de la méthode linnéenne qu'il aborde l'étude du formidable genre *Hieracium* à laquelle il a consacré presque un demi-siècle d'efforts continus.

CHAPITRE II

Les HIERACIUM et les difficultés de leur étude.

Division en trois périodes de l'œuvre hiéraciologique d'Arvet-Touvet.

La méthode de ce botaniste.

Pour comprendre l'œuvre fondamentale d'Arvet-Touvet, il est utile de jeter un rapide coup d'œil sur le groupe des plantes qui ont constitué ses études préférées : ce sont les Épervières. Beaucoup de ces plantes sont très répandues autour de nous et il n'est pas nécessaire d'être botaniste pour reconnaître l'Épervière Piloselle ou bien l'Épervière des murailles. On connait aujourd'hui un nombre immense d'Épervières ; la vieille Botanique ne considérait qu'un petit nombre d'espèces de l'*Herbe d'Espervier* ainsi nommée : « pourceque l'on dit que les Esperviers, qui s'appellent en grec ιέρακεσ, s'éclaircissent la veuë avec le suc de cette herbe (1). » Cette herbe était le Ιερακιον des Grecs, le *Hieracium* des Latins, et ce dernier nom devint celui du genre avec Tournefort, puis Linné. Ce genre de Composées-Chicoracées est voisin des *Crepis* et des *Andryala.*

Les *Hieracium* croissent en Europe, dans l'Asie tempérée, dans toutes les régions méditerranéennes, en Afrique septentrionale et australe, dans l'Amérique du Nord, dans la région andine et extratropicale de l'Amérique du Sud. Beaucoup de ces plantes sont communes partout, d'autres sont localisées dans certaines régions. Les travaux d'Arvet-Touvet ont bien fait ressortir que les Alpes et les Pyrénées sont, en Europe, les principaux centres de dispersion du genre et que le nombre de ces espèces, dans ces massifs montagneux, est, ce qu'est ailleurs et particulièrement dans les pays du Nord, le nombre extraordinaire des formes et variétés d'un petit nombre d'espèces. Freyn, un hiéraciologue autrichien, lié avec Arvet-Touvet, qui a longuement étudié les Sudètes, a mis en relief la richesse en *Hieracium* de cette chaîne de montagnes qui possède, en sus des formes répandues un peu partout, bon nombre d'espèces propres à chacun des six massifs principaux qui la composent.

L'étude de ce genre présente de grandes difficultés, on peut même dire des difficultés presque insurmontables.

A part quelques très rares exceptions d'espèces invariables ou se transformant très peu, comme le *Hieracium staticifolium* Vill. et le *H. glaciale* Lachen., presque toutes offrent un polymorphisme extrême et désespérant. Ainsi, les *H. murorum* L., *vulgatum* F., *boreale* Fr., *umbellatum* L., *rigidum* Hartm., *lanceolatum* Vill., *heterospermum* Arv.-Touv. présentent des formes si nombreuses que c'est par centaines que jordaniens et darwiniens peuvent facilement les diviser, les premiers comme espèces immuables, les seconds comme espèces en voie de formation. Pour le *H. boreale,* par exemple, chaque bois, chaque station a sa forme particulière et il est impossible, dans un ouvrage descriptif, de songer à en donner même la simple énumération.

Les formes hybrides qui, dans ce genre, paraissent être très nombreuses, viennent aussi compliquer son étude. Elias Fries, l'illustre botaniste, le grand monographe du genre *Hieracium* avant Arvet-Touvet, avait négligé ce facteur important de l'hybridité, difficile à mettre en œuvre, mais dont il faut tenir compte pourtant pour saisir les véritables limites des espèces ; d'autres botanistes qui se sont occupés des *Hieracium* ont, au contraire, exagéré l'influence de ce facteur. Il paraît incontestable que la plupart des hybrides, dans les *Hieracium*, conservent un reste de fertilité, au moins pour la première génération ; de là des difficultés immenses pour les reconnaître, pour les distinguer des types et de leurs variétés (1).

---

(1) Dalechamp, *Hist. gén. des Pl.,* trad. par Jean Des Moulins, p. 480.

Une autre grande difficulté pour la distinction des espèces, c'est l'extraordinaire uniformité des caractères distinctifs; ces caractères sont d'ailleurs ceux de tout le groupe même des Chicoracées. Les caractères saillants, dominants, font défaut. Des botanistes bons connaisseurs des *Hieracium* ont même prétendu que, pour cette dernière raison, l'application des procédés linnéens à ce genre était impossible. Bien des espèces, et des plus incontestables, ne se distinguent que par des caractères tous très peu saillants pris isolément; c'est dans ce genre, plus que dans tout autre genre polymorphe comme les genres *Rubus*, *Rosa*, *Mentha*, *Salix*, *Atriplex* ou autres, qu'on peut dire, avec Linné, cette phrase qu'Arvet-Touvet aimait à répéter : « *Character non facit speciem sed species characterem.* »

A cause de ces raisons principales, la notion de l'espèce ne peut être mise en lumière qu'après une observation extraordinairement patiente et subtile, non seulement d'un *Groupe* ou d'une *Section*, mais même de tous les Groupes et de toutes les Sections et sur des échantillons de provenances très variées. Dans une monographie régionale du genre, pour dégager les types de premier ordre, pour les séparer des formes secondaires, des variétés et des hybrides, pour grouper ensuite par catégories d'affinités toutes ces unités de valeurs diverses, il faut acquérir la connaissance complète de l'ensemble du genre et suivre dans leur aire entière les divers types auxquels se relient ceux de la flore spéciale que l'on étudie.

---

(1) Une autre grande difficulté provient du phénomène de l'*apogamie*, de découverte relativement récente chez les *Hieracium*, et qu'Arvet-Touvet a peut-être ignoré. Des recherches de S. Murbeck (1904), de Juel (1905), etc., ont montré que dans certaines Composées la cellule oosphère se développe directement en un embryon. Chez les *Hieracium*, de semblables constatations ont été faites ; lire notamment : C.-H. Ostenfeld, Castration and Hybridisation Experiments with some Species of *Hieracia* (*Sœrtryk af Botanisk Tidsskrift.* 27 Bind. 3 Hæfte. Kobenhavn, 1906).

L'étude de ce genre prodigieusement litigieux présente donc des difficultés extrêmes contre lesquelles Arvet-Touvet se trouvait aux prises après de longues années de labeur, comme au premier jour. Glanons ces quelques phrases, par exemple, dans ses lettres à Saverio Belli :

> ...... Je vois avec grande satisfaction que vous ne vous laissez point rebuter par les complications et extrêmes difficultés d'un genre critique par excellence, qui nous déroute à chaque pas et qui, même après de longues études, nous paraît encore presque impénétrable sur bien des points par la difficulté de trouver et de montrer des caractères absolument fixes et certains. Ils existent cependant, car il faut bien supposer que ces plantes ont été *ordonnées* comme toutes les autres et qu'elles ne sont *diaboliques* que pour nos faibles yeux ! Pour ce qui me concerne, j'avoue bien sincèrement la faiblesse des miens, à tel point que je ne suis nullement surpris des confusions qui peuvent m'échapper et des contradictions qui doivent en résulter (7 juin 1897).

On sent là l'esprit dominé et conduit avant tout par le dogme linnéen.

A propos de riches matériaux qu'il a recueillis dans les Pyrénées de l'Ariège et dans la République d'Andorre et qu'il est en train d'étudier, il dit, dans une lettre du 30 octobre 1898 :

> ...... Ces matériaux sont très intéressants. Il y en a, comme toujours et peut-être plus que jamais, qui sont d'une difficulté inouïe et qui paraît au premier abord absolument insurmontable. Que de temps, que de temps il va falloir pour porter un peu de lumière, si possible, dans cet assemblage de formes ! pour trouver les liens cachés qui les réunissent ou les différences, non moins difficiles à découvrir, qui les séparent réellement ! Quel fil d'Ariane peut être comparé à celui qui doit conduire le botaniste dans les arcanes de ce genre admirable quoique d'une obscurité et d'une difficulté vraiment diaboliques et qui le font proclamer inabordable et même irrationnel par les botanistes du plus grand mérite !

Avant Arvet-Touvet, les *Hieracium* avaient fait déjà l'objet d'importants travaux comme ceux d'Auguste Monnier (1), ceux d'Adolphe Scheele (2) sur les *Hieracium* d'Espagne et des Pyrénées, ceux de Grisebach (1), et surtout ceux de Fries (2) qui a traité, en une célèbre monographie, des Épervières du monde entier. Dans des travaux généraux, le genre avait été traité de main de maître dans le *Prodromus* de de Candolle, et surtout dans la *Flore* de Grenier et Godron (3). Longtemps auparavant, pour le Dauphiné, l'illustre Villars (4) avait traité ce genre d'une façon magistrale et l'avait enrichi de ses découvertes nombreuses.

---

(1) Auguste Monnier, Essai monographique sur les *Hieracium* et quelques genres voisins. Nancy, 1829.

(2) Adolphe Scheele, *Revisio Hieraciorum hispanicorum et pyrenaicorum*. 1862-63.

Malgré ces travaux qui étaient des guides fondamentaux, peu de botanistes osaient joindre le genre *Hieracium* à leurs études floristiques ou s'y spécialiser en monographies locales. Les écrits de Boreau (5) et de Jordan (6) les avaient rebutés de cette étude, parce que ces savants n'avaient pas su établir une hiérarchie naturelle et qu'ils plaçaient toutes les espèces sur le même rang. Très habiles dans l'art de l'analyse, ils avaient été impuissants à constituer des groupes sans lesquels la botanique descriptive devient un chaos incompréhensible.

Avec Arvet-Touvet se lève une aurore nouvelle pleine de promesses. Vers l'année 1870, il se met à la besogne qu'il n'abandonnera qu'avec la vie, en 1913. Il a compris tout de suite que la connaissance des *Hieracium* est encore très incomplète, que la systématique de ce genre n'est pas encore assise sur des bases scientifiques rigoureuses et exactes; il va consacrer son existence à tenter de débrouiller le chaos qui règne dans ce compartiment de la création végétale. Il sent les difficultés de la tâche qu'il s'impose, mais il s'y attaque hardiment, et au bout d'une vingtaine d'années, dans une lettre à l'éminent botaniste italien déjà cité plus haut, faisant allusion aux difficultés qu'il rencontre, il écrivait ces lignes où percent sa foi religieuse, sa croyance scientifique et son espoir d'arriver à jeter la lumière dans ce chapitre obscur :

---

(1) A. Grisebach, *Commentatio de distributione Hieracii generis per Europam geographica*. Gottingæ, 1852.

(2) Elias Fries, *Symbolæ ad historiam Hieraciorum*. Upsaliæ, 1848. — *Epicrisis Generis Hieraciorum*. Upsaliæ, 1862.

(3) Grenier et Godron, Flore de France, 1850.

(4) Villars, Histoire des Plantes de Dauphiné, 1789. — Précis d'un Voyage botanique, 1812.

(5) Boreau, Flore du Centre, 3ᵉ éd.

(6) Jordan, Observations sur plusieurs plantes nouvelles, rares et critiques, 1846-49, et autres publications.

Je vous assure que, malgré ces difficultés, ou peut-être à cause de ces difficultés, cette étude pour certains tempéraments comme le mien est pleine de charmes. Depuis bientôt vingt ans que je l'ai commencée, je n'ai cessé un seul instant de m'y attacher, et je puis affirmer que ce genre n'est pas sorti d'une autre main que les autres et que les difficultés qu'il présente, pour être grandes et même très grandes, ne sont pourtant point insolubles! Beaucoup le proclament un genre inextricable sans fond ni rives, et moi je le proclame un beau et magnifique genre soumis à des lois aussi invariables que variables sont ses formes.

Les travaux incomparables de Villars, qui, malgré le temps, jouissaient d'une si juste autorité, qui semblaient avoir épuisé les richesses de la flore du Dauphiné, laissent cependant à Arvet-Touvet un champ fécond à explorer. Il fouille les plaines et les monts de cette province, puis il étend ses investigations à toute la région alpine. Ce sont ensuite les Pyrénées et l'Espagne où il va faire, en maints voyages, de riches moissons d'Épervières.

De bonne heure ses écrits sont connus et appréciés des quelques spécialistes français et étrangers et de tous les botanistes en général. Parmi ces savants correspondants de la première heure, citons Loret et Saint-Lager ; donnons une mention particulière au hiéraciologue J-F. Freyn, de Prague, qui a entretenu avec Arvet-Touvet une active correspondance scientifique. Pendant plusieurs années, il envoya au botaniste de Gières de nombreux matériaux d'étude; en 1894, notamment, il lui fit l'envoi, en vue de sa révision, de tout son herbier d'*Hieracium,* collection très importante contenant des spécimens d'Autriche, de Hongrie, de Pologne, d'Allemagne et de Scandinavie, d'Angleterre et aussi d'Italie et de France. Freyn, qui est de l'école de Fries, avait donc tout ce qu'il fallait pour s'entendre avec Arvet-Touvet. L'illustre Fries, l'auteur de l'*Epicrisis Generis Hieraciorum*, ouvrage qui servit de premier guide à Arvet-Touvet, était déjà fort âgé; il n'avait plus que peu de temps à vivre. Arvet-Touvet put cependant encore recevoir de lui des conseils précieux, des communications de matériaux, lui soumettre ses premiers travaux et les voir apprécier, d'une manière flatteuse, par ce grand botaniste. La correspondance en latin entre ces deux savants se distinguait autant par l'élégance du style que par son intérêt scientifique. Arvet-Touvet ne tarde pas à devenir le maître incontesté des hiéraciologues: de tous côtés, les botanistes lui soumettent leurs récoltes, leurs herbiers, dont il étudie, révise, détermine les échantillons. Les Muséums et Universités de divers pays s'adressent à lui pour la révision de leurs collections. Par ces moyens, il acquiert la connaissance des Épervières du monde entier et il arrive ainsi à embrasser toute l'étendue de ce genre critique et à en comprendre l'harmonie.

Parmi ses nombreux correspondants scientifiques, il noue quelques amitiés fidèles, dont deux particulièrement vives devaient être le soutien moral et l'encouragement de sa vie : c'est l'amitié du professeur Saverio Belli (1), un éminent hiéraciologue dont nous avons déjà plusieurs fois cité le nom honneur de la science italienne, et celle de Gaston Gautier (2), de Narbonne, botaniste de grande valeur, hiéraciophile, agronome éminent, qui était le frère de notre illustre chimiste français Armand Gautier. Il est curieux de constater que la grande affection qui lia Arvet-Touvet et Belli devait s'exercer uniquement, mais d'une manière incessante, par une correspondance de plus de vingt-cinq ans et que les deux amis ne se virent jamais. Le professeur Belli, nous l'avons dit en commençant, nous a communiqué les lettres qui lui furent écrites par son ami ; nous avons, d'autre part, trouvé dans les papiers d'Arvet-Touvet de nombreuses lettres de Belli. Toutes ces lettres reflètent la haute science, l'âme élevée et le grand cœur des deux savants. L'amitié de Gaston Gautier, du même degré d'élévation, fut en outre, pour Arvet-Touvet, une amitié tutélaire et bienfaisante. Gaston Gautier collabora pour une certaine part, ainsi que nous le verrons, aux travaux d'Arvet-Touvet ; il vint le visiter plusieurs fois à Gières, et plusieurs fois ensemble ils explorèrent les Pyrénées et l'Espagne.

(à suivre.)

(1) Le professeur docteur Saverio Belli, après avoir été assistant à l'Institut de Botanique de l'Université royale de Turin, devint, en 1902, professeur de Botanique, directeur de l'Institut de Botanique et du Jardin botanique à l'Université de Cagliari, en Sardaigne. Il a publié de nombreux travaux, notamment sur les genres *Trifolium* et *Hieracium*.

(2) Gaston Gautier, né à Narbonne le 10 avril 1841, décédé dans cette ville le 7 octobre 1911. Agronome, botaniste, minéralogiste. Comme agronome, il a puissamment contribué, par ses travaux, à la richesse viticole de la région narbonnaise. Comme botaniste, outre ses travaux en collaboration avec Arvet-Touvet, on lui doit notamment : le *Catalogue raisonné de la Flore des Pyrénées orientales*, le *Catalogue de la Flore des Corbières*; le *Massif du Laurenti* (Pyr. franç.), le *Capsir* (Pyr. orient.), ces deux dernières publications en collaboration avec Timbal-Lagrave. Comme géologue et minéralogiste, il a étudié les affleurements triasiques des Corbières, en collaboration avec son frère Armand Gautier, membre de l'Institut et de l'Académie de Médecine.

CHRONIQUES ET NOUVELLES

On annonce le décès de M. **Arnaud**, Professeur de Chimie appliquée aux corps organisés, au Muséum d'Histoire Naturelle de Paris, où il avait succédé à son maître Chevreul. M. Arnaud avait poursuivi de nombreuses études sur la Chimie végétale, et, en particulier, sur la recherche des principes immédiats. Il a extrait des végétaux la *carotine*, la *cinchonamine*, la *strophantine*, l'*ouabaïne*, la *tanghinine*; ces dernières substances sont celles employées par les Peaux-rouges pour empoisonner les flèches.

M. **Arnaud** a aussi découvert divers carbures tirés du caoutchouc ou de la guttà; il a préparé à l'état pur l'*acide taririque* qui, par hydrogénation, donne de l'acide stéarique.

M. **Arnaud** était un modeste et un travailleur. On peut le citer comme exemple, ainsi qu'autrefois Emile Blanchard, de ces savants qui, à travers bien des difficultés, parviennent par leur mérite à obtenir une chaire de Professeur, sans avoir acquis les titres universitaires ; en effet, M. **Arnaud** n'était pas licencié-ès-sciences ni élève d'aucune Ecole spéciale, et Emile Blanchard n'était même pas bachelier.

⁂

Gabriel Violle, Garde Général des eaux et forêts, sous-lieutenant au 210^e^ d'infanterie, cité à l'ordre du jour de l'armée, a été tué à Hertzing, près de Blamont, le 21 août 1914. Il était le cinquième fils de M. Violle, Membre de l'Institut. Gabriel Violle s'était occupé de diverses questions de Botanique pure et appliquée, entre autres de recherches relatives à la production rationnelle de la Truffe.

⁂

Le laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau a été provisoirement transformé en caserne pour un poste de Gardes des voies et communications. La Station de Biologie végétale de Mauroc a été convertie en hôpital militaire temporaire.

Nemours. — Imp Henri Bouloy. *Le Gérant :* Henri Bouloy.

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME VINGT-SEPTIÈME

Livraison du 15 Mai 1915

N° 317✓

Entered at the New-York Post Office
as Second Class matter

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
1, RUE DANTE, 1
1915

LIVRAISON DU 15 MAI 1915

I. — CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DU CAFÉ, par **MM. A. Berteau** et **Ed. Sauvage**, avec figures dans le texte et trois planches 129

II. — ARVET-TOUVET, BOTANISTE DAUPHINOIS, ET SON ŒUVRE *(suite)*, par **M. Marcel Mirande** 142

III. — NOTES BIBLIOGRAPHIQUES 158

IV. — CHRONIQUES ET NOUVELLES. 160

Cette livraison renferme 8 figures dans le texte et les planches suivantes :

Planche 24. — *Fruit du Caféier I.*
Planche 25. — *Fruit du Caféier II.*
Planche 26. — *Germination du Caféier.*

Pour tout ce qui concerne les Annonces, s'adresser à M. l'Administrateur de la Librairie générale de l'Enseignement, 1, rue Dante, Paris (V^e^).

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DU CAFÉ

par A. BERTEAU et Ed. SAUVAGE

Il est curieux de constater que le Caféier qui provoque un mouvement d'affaires considérable, n'a encore fait l'objet que de fort peu d'études anatomiques. Cependant il possède à son actif de nombreuses monographies culturales et d'études de systématique.

La présente contribution a pour but de renseigner sur la constitution, le mode de formation du fruit et de la graine du Caféier, et de compléter l'exposé de la germination ainsi que certains détails laissés de côté jusqu'ici.

Tel est le complément que nous apportons ici à la description de cette Rubiacée (1).

Quelques parties de l'étude anatomique ayant été exposées dans certaines monographies du Café, nous les passerons sous silence; d'autres au contraire seront traitées d'une façon assez approfondie.

Généralités sur le Fruit et la Graine.

Le Caféier appartient, nous l'avons dit plus haut, à la famille des Rubiacées, laquelle renferme des genres aux fruits secs ou charnus. Le Caféier a un fruit charnu : *baie* ou *drupe,* suivant les considérations de chacun.

Cette famille a été divisée d'après le nombre d'ovules (futures graines), renfermés dans chaque loge de l'ovaire :

1° Les ovules peuvent être nombreux, tribu des *Cinchonées* à laquelle appartient le *Quinquina.*

2° L'ovule est unique dans chaque loge, tribu des *Coffées* renfermant le *Caféier.*

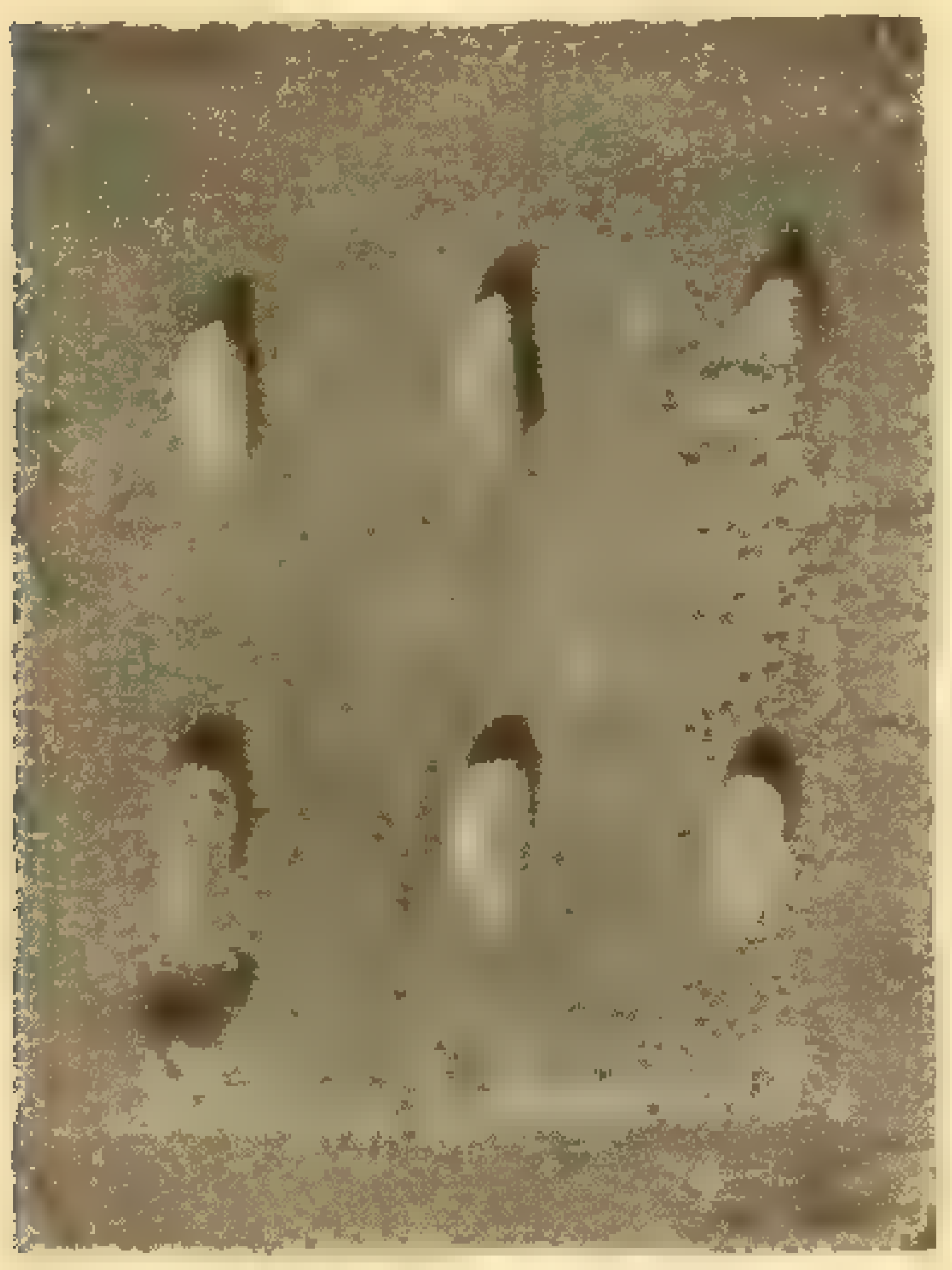
---

(1) L'ensemble de cette Note porte sur le *Coffea arabica.*

Il existe, du reste, un genre intermédiaire entre ces deux tribus.

Après la fécondation, la fleur du Caféier se fane, l'ovaire grossit et deviendra le fruit ou *cerise,* en passant, le plus souvent, par des colorations différentes : le vert, le rouge clair, et enfin le rouge vineux foncé, indice de la complète maturité ; certaines variétés (Amarillo du Brésil) peuvent avoir des fruits jaunes.

Dans ce genre, l'ovaire n'est pas absolument fixe ; ordinairement biloculaire il est quelquefois triloculaire, fait signalé déjà par H. Baillon dans son « *Histoire des plantes* », et il nous a été donné de rencontrer des fruits à trois graines, ces dernières ayant la forme d'un quartier d'orange, anguleuses vers le sillon (fig. I).



Cliché : E. Sauvage.

Fig. I. — Grains de fruits renfermant plus de deux ovules.

Dans le commerce, elles sont souvent mélangées aux *caracolis* séparés par triage.

Une autre variation réside dans l'avortement d'une graine, le fruit en contenant normalement deux, celle qui reste se développe et prend une forme presque ronde, d'où le nom déjà cité de *caracoli* ou café roulé, *pearly* des Anglais (fig. VIII, pl. 25).

Constitution du Fruit.

ASPECT EXTÉRIEUR

Lorsqu'on examine une cerise sèche de café, on lui remarque une forme plus ou moins globuleuse suivant les espèces, et une couleur brun-rougeâtre. La surface est sillonnée de sortes de nervures ramifiées qui lui donnent un toucher rugueux, dû à la sécheresse ayant fait affaisser la pulpe sur la parche qui, on peut dire, fait corps avec elle, pour n'avoir l'air de constituer qu'une seule enveloppe protégeant les graines et dans laquelle elles flottent librement.

C'est bien l'impression que donne la figure II, planche 24, la coupe ayant été faite dans une cerise sèche, puis humidifiée à nouveau pour la circonstance.

La partie supérieure du fruit, sec ou frais, se distingue par un bourrelet, plus ou moins étendu, plus ou moins saillant, suivant les espèces (l'œil), et qui représente les points d'insertion des organes floraux.

A la base de cette cerise, se distingue le pédoncule ou sa trace.

STRUCTURE ANATOMIQUE

Le fruit se compose des parties suivantes en coupe transversale : (fig. II, planche 24).

Un péricarpe comprenant :

1° Une peau mince externe *(épicarpe)* formée d'une seule assise de cellules.

2° D'une pulpe très aqueuse, gluante à l'état frais, composée de cellules beaucoup plus grandes que les précédentes, à allongement variable, au nombre d'au moins une vingtaine d'assises et laissant entre elles, de place en place, le passage des faisceaux libéro-ligneux de l'ovaire, c'est le *mésocarpe* (fig. III, planche 24).

3° Une partie interne, très lignifiée, de deux ou souvent trois assises de cellules, à parois épaisses qui, à l'état sec, est élastique, parcheminée, d'où son nom de *parche*.

Ces cellules sont allongées, mais n'ont pas une direction définie, unique pour toutes, elles sont flexueuses et entrecroisées formant une sorte de feutrage (fig. IV, planche 24) très résistant à l'humidité, à la pourriture et qui joue un rôle protecteur à la graine proprement dite ; cette enveloppe n'est autre que *l'endocarpe*.

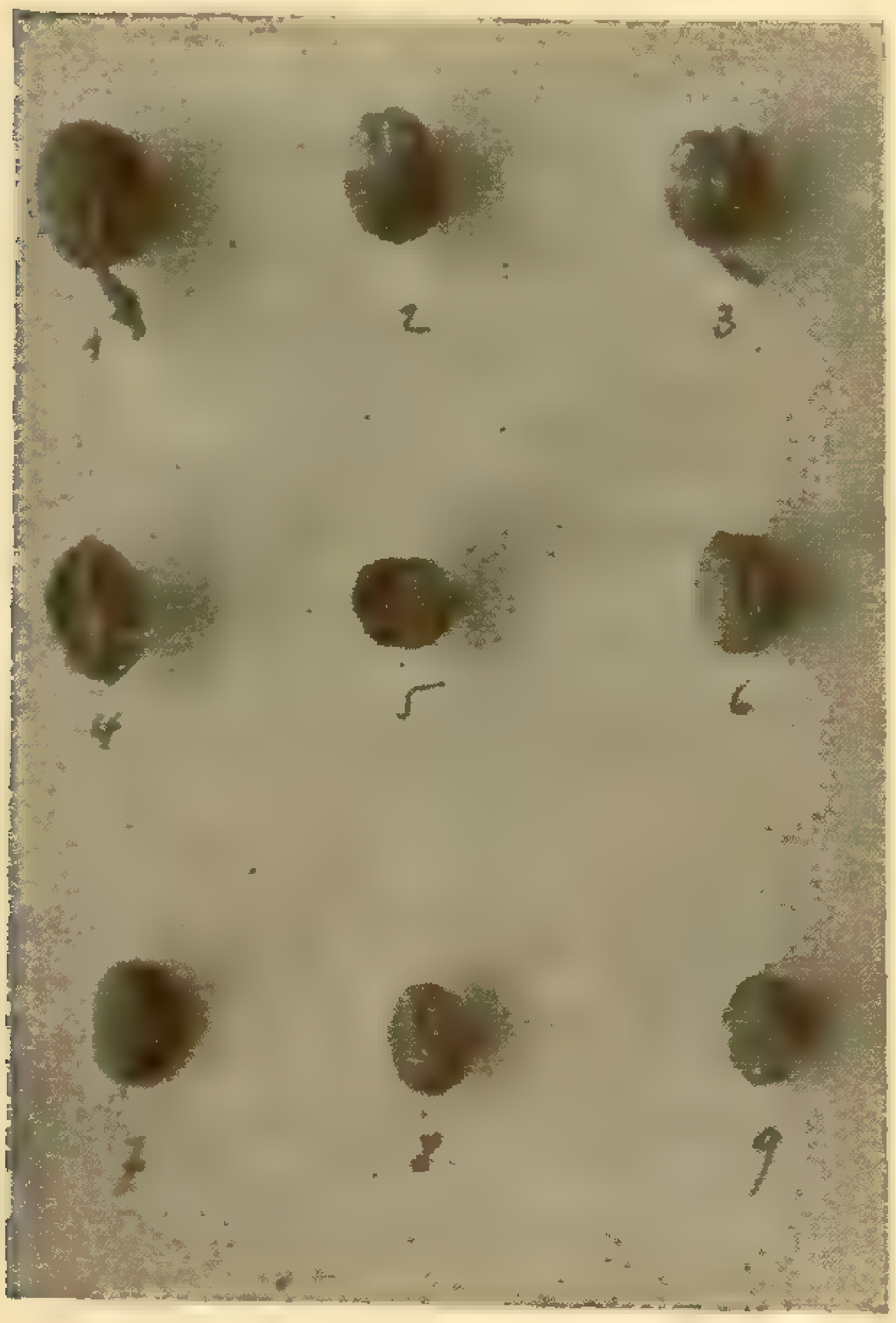
Les microphotographies de la planche 24 donnent une idée exacte de la constitution de ce péricarpe très aqueux dans sa partie moyenne.

Constitution de la graine.

La graine, partie la plus intéressante au point de vue commercial, est oblongue, de couleur grise, verdâtre ou bleutée, rugueuse ou polie, suivant le mode de préparation après la cueillette. Elle présente un côté aplati, appelé *face ventrale,* un sillon qui est, en réalité, l'espace vide existant dans le repli de l'albumen sur lui-même ; et une *face dorsale* ou dôme.

Cette fève est recouverte d'une peau mince de couleur argentée, grise ou rousse, appelée *pellicule* et qui n'est autre que le tégument de la graine ; cette enveloppe reste sur l'albumen, lors de la préparation pour le commerce, mais s'en détache très aisément lorsque celui-ci est sec. Elle laisse néanmoins des empreintes ramifiées qui se voient particulièrement sur le dôme.

Lorsque l'on sectionne transversalement un grain de café, on remarque qu'il est composé d'une lamelle épaisse, repliée sur elle-même et dont les bords, en se rencontrant, forment une sorte d'oreille, dont l'espace libre constitue le sillon, dans lequel se trouve enfermée la partie de pellicule qui n'a pu être enlevée pendant les opérations du décorticage.



Cliché : E. Sauvage.

Fig. V. — Aspects du fruit et de la graine du *Coffea arabica*. (Voir dans le texte l'explication des photographies.)

Pourquoi cette forme et comment est constitué l'ovule avant cet aspect définitif? C'est ce que nous verrons dans un prochain paragraphe, mais auparavant, donnons quelques explications sur la fig. V qui résume les principales parties constituantes du fruit et de la graine du *Coffea arabica,* parties énumérées plus longuement dans le texte et auxquelles il est utile de se reporter pour le détail.

En 1, le fruit est entier et possède son pédoncule ; on peut remarquer le sillon externe du fruit, correspondant, à l'intérieur, à la paroi de séparation des deux carpelles.

En 2, la partie inférieure du fruit est intacte et la partie supérieure laisse voir la parche (endocarpe) qui a été enlevée par endroits en 3 ;

La coupe longitudinale suivant le plan de la cloison de l'ovaire est figurée en 4 et la coupe transversale en 5 ; il est aisé sur cette figure de remarquer la position de la graine dans le fruit (l'une d'elles a été enlevée) et sa forme auriculée.

Les deux grains accolés par leur face plane et recouverts de leur parche en 6.

Isolée, débarrassée de la parche (endocarpe) et de la pellicule (tégument) la fève est figurée par sa face externe (dôme) en 7, et par sa face plane interne en 8.

En 9 le grain a été sectionné sur la face inférieure afin de découvrir l'embryon.

Développement et position de l'ovule.

Faisons des coupes transversales de l'ovaire à différents stades du développement.

Tout d'abord, l'ovule se présente sous forme d'une masse arrondie, largement insérée sur le placenta, c'est ce que représente le schéma *a* de la fig. VI, planche 25 ; puis cet ovule va s'isoler davantage de la paroi placentaire *(b, c)*, différencier une sorte de pétiolule, en réalité l'ensemble du funicule et d'une partie de l'albumen, qui va se renfler, recouvrant et cachant même la portion de l'ovule tournée vers le placenta, formant ainsi, à l'extérieur de la future graine, le sillon.

Les dessins *e* et *f* (fig. VI, planche 25) indiquent assez nettement les termes de passage vers le stade définitif, représenté dans la figure IX, planche 25.

Les ovules sont généralement disposés en sens contraire sur la paroi placentaire (toujours en coupe transversale) comme c'est le cas en A (fig. VII, planche 25) ; mais ils peuvent affecter une autre position (B fig. VII), l'un ou l'autre ovule étant dans ce cas, l'image réfléchie du premier ; ou si l'on préfère, prenant le point d'insertion des ovules et leur sens de reploiement, ils peuvent se replier dans le même sens ou dans une direction opposée.

De plus, comme il a été dit précédemment, un seul ovule sur deux peut se développer, donnant ainsi une graine unique *caracoli* (fig. VIII, planche 25). Le funicule est relativement court, collant en quelque sorte l'ovule à la paroi placentaire qui, étant une cloison sensiblement rectiligne, communiquera à la fève une partie droite, *(face ventrale)* ; au contraire, la partie la plus éloignée, tournée vers l'extérieur, sera arrondie, par suite de la forme arrondie de la cavité de l'ovaire, ce sera le *dôme* de la fève.

Différenciation de la pellicule (TÉGUMENT)

Pratiquons maintenant une coupe transversale dans un fruit à un stade plus avancé de développement ; nous y remarquerons, à l'extérieur, le péricarpe avec la structure habituelle signalée plus haut ; plus à l'intérieur, les graines (fig. IX, planche 25) que nous allons examiner avec un peu plus de détail.

1° Au centre : notre coupe intéressant la partie inférieure où se trouve l'embryon ; une plage arrondie plus sombre nous indique la place de ce dernier, qui baigne, si l'on peut dire, dans les cellules plus lâches de l'albumen.

2° A l'extérieur de cette masse de cellules, à la surface libre de la graine, on peut voir avec un peu d'attention une bordure foncée, c'est ce qui est indiqué dans les fig. IX (pl. 25), et X, sous l'aspect d'un pointillé plus dense ; à un fort grossissement, on distingue avec netteté cette zone sombre, due au plus grand nombre de petites cellules par rapport à celles de l'albumen, c'est cette partie qui va donner la *pellicule* du grain (fig. XI, planche 25), dont les éléments à complet développement sont de forme allongée, à paroi assez épaisse et présentant une situation accusée nettement sur la fig. XII (planche 24), où cette pellicule est représentée à l'état sec et suivant le plus grand allongement des cellules.

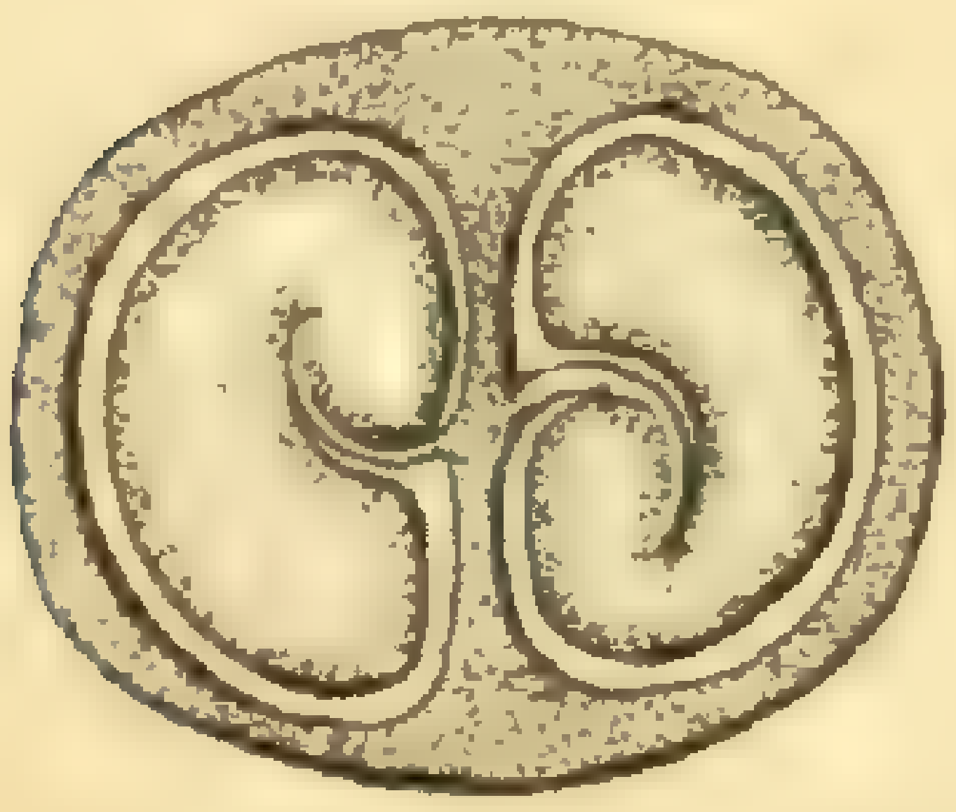


Fig. X. — Coupe transversale du fruit et des ovules à un stade plus avancé de développement.

Viennent ensuite les cellules les plus grandes de l'albumen proprement dit.

A ce stade, il convient de remarquer que leurs parois sont peu épaisses et ne présentent pas les renflements si caractéristiques des cellules arrivées à complet développement.

Ajoutons, chose logiquement connue, que le péricarpe du fruit est parfaitement différencié, que le funicule est très visible, parcouru par les vaisseaux très actifs, l'ovule ayant encore besoin de s'accroître. Les choses en restent là pendant assez longtemps, le tégument va acquérir son individualité pour donner, nous l'avons dit, la pellicule, et l'embryon va prendre les caractères qui lui sont propres.

Structure de l'albumen.

SA DIFFÉRENCIATION

Mais un peu avant ce moment de parfaite maturation de l'ovule, va se produire un fait qui communiquera un aspect particulier à l'albumen. Voyons ce dernier plus en détail, en nous aidant de coupes transversales.

Pour commencer, il est préférable de prendre une partie indemne de modification (fig. XIII, zone XY, planche 25), puis nous examinerons ensuite la zone YZ de la même figure, où l'albumen présente le fait sur lequel nous désirons appeler l'attention.

On peut envisager dans le premier cas cinq zones (fig. XIV planche 25) (il est entendu que nous exceptons la pellicule) ; une partie extérieure A, régulièrement épaissie, formée de deux ou trois assises, puis immédiatement en dessous, une zone B, dont les cellules présentent des parois curieusement ondulées et épaissies, ce sont les éléments typiques de l'albumen que l'on retrouvera sur les graines mûres ; puis entre C D, un parenchyme composé de cellules ayant à peu près les parois de celles de la zone A, mais qui au lieu d'être sensiblement isodiamétriques, présentent un allongement parallèle à cette zone, ou plus exactement, à la surface libre de la graine ; c'est cette partie qui va nous intéresser plus particulièrement pendant les lignes qui suivent ; nous pouvons dire que plus tard, par destruction, par résorption, elle fera place à une cavité étendue qui divisera l'albumen en deux parties.

Enfin plus loin, sur notre coupe, en E, nous retrouvons un tissu comparable à B, et en F, des éléments assez semblables à ceux de la zone A.

Les petits cercles figurés dans certaines cellules de B et E, correspondent simplement aux épaississements des parois vus perpendiculairement, la coupe ayant été faite très près de ces parois.

Une microphotographie, (fig. XV, planche 24) donne une idée parfaite du grain, la coupe ayant été pratiquée dans un albumen arrivé à complet développement et cru, non torréfié.

Au contraire en XVI (planche 24) la photographie représente un albumen torréfié, on distingue des masses noires provenant de la transformation du contenu cellulaire sous l'action de la chaleur, c'est là l'apparition des huiles essentielles aromatiques renfermées dans le grain.

Mais revenons un peu à la partie C D (figure XIV, planche 25), qui passe, disons-le, insensiblement aux zones B E par épaississements lenticulaires des parois des cellules.

Jusqu'ici, l'albumen ne forme encore qu'une masse unique, mais examinons un endroit où la délamination a débuté, c'est la partie Y Z de la figure XIII, planche 25.

Cette fois il est aisé de voir (fig. XVII) que la zone C D de notre coupe (fig. XIV) commence à se détruire, les parois des cellules disparaissent, le contenu devient mucilagineux, puis fait place au sillon interne de l'albumen dont nous avons parlé plus haut ; ce vide augmente vers la partie médiane de la graine, vers l'embryon. C'est ce début de résorption que représente à un fort grossissement la figure XVII de la planche 25.

APPARITION DU SILLON INTÉRIEUR

Comment apparaît cette délamination sur une coupe transversale de la graine ?

La réponse peut se lire très clairement sur les dessins de la figure XVIII.

La figure A représente une coupe effectuée tout à fait à la base de la graine, vers l'embryon, puis avec B. C. D. nous montons vers la partie moyenne (dans la plus grande dimension) pour y arriver en E ; ce dédoublement augmente de plus en plus et finalement en F, sur une graine parfaitement mûre et desséchée, nous lui voyons prendre son aspect définitif.

Cette délamination n'a d'autre but que de permettre à l'embryon de se développer au milieu de l'albumen, afin de pouvoir

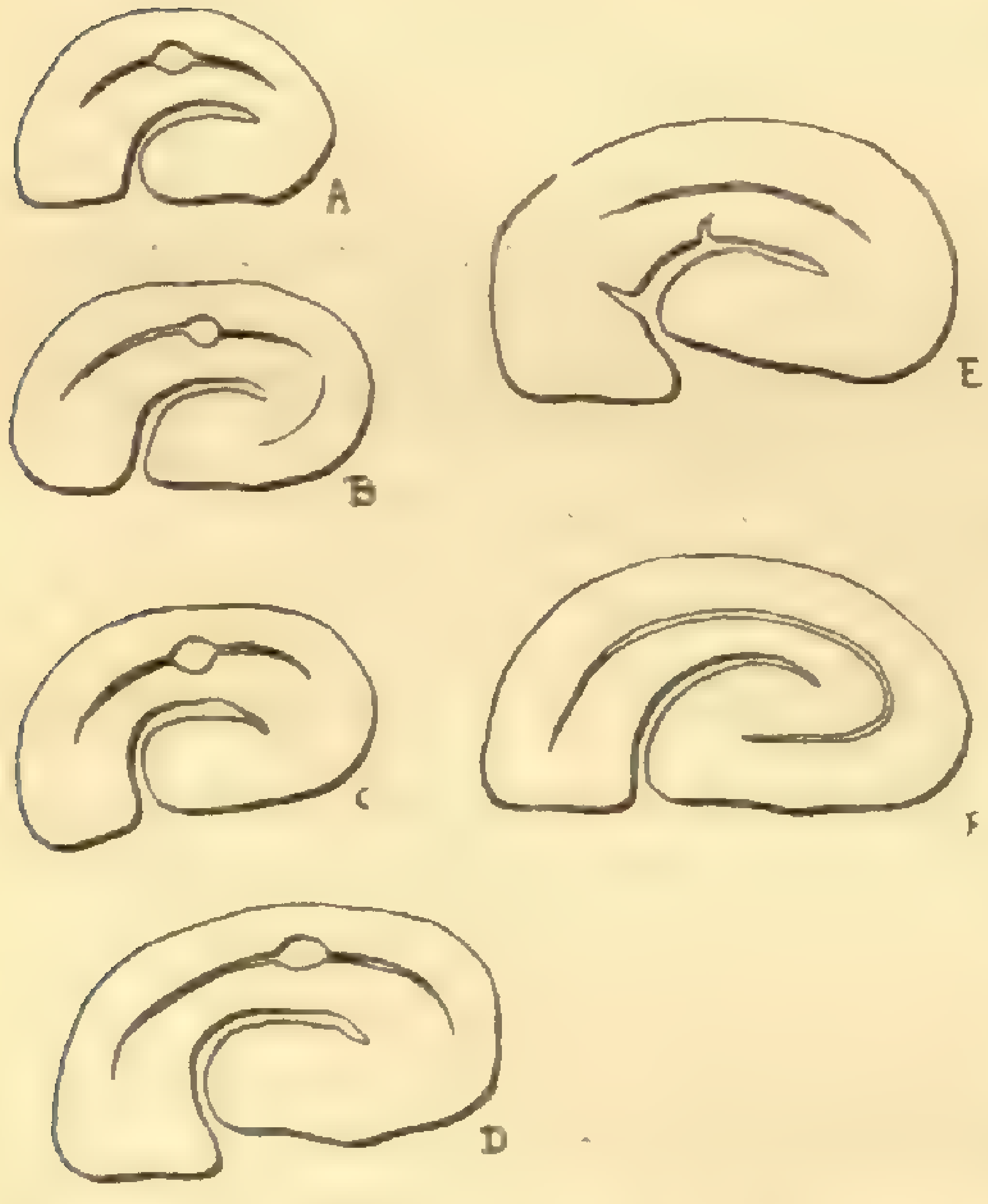


Fig. XVIII. — Différents stades de formation du sillon intérieur de l'albumen.

utiliser ces réserves qui serviront, comme on le sait, de nourriture à la jeune plante.

Il est aisé de comprendre que l'espace laissé libre pour l'embryon, est variable suivant la partie de l'albumen intéressée, correspondant à la partie pleine de l'embryon, mais s'étendant un peu plus, presque jusqu'aux extrémités des replis de l'albumen.

La figure XIX indique précisément les parties rencontrées par des coupes transversales sur un embryon.

Les parois de cette délamination restent toujours un peu mucilagineuses, sauf, bien entendu, sur les graines déshydratées, mais on remarque dans cet espace des débris provenant de la destruction des cellules moyennes de l'albumen.

Cet état représente le dernier stade de maturation de la graine, dès ce moment elle est arrivée à une différenciation complète et l'embryon va pouvoir se développer à son tour.

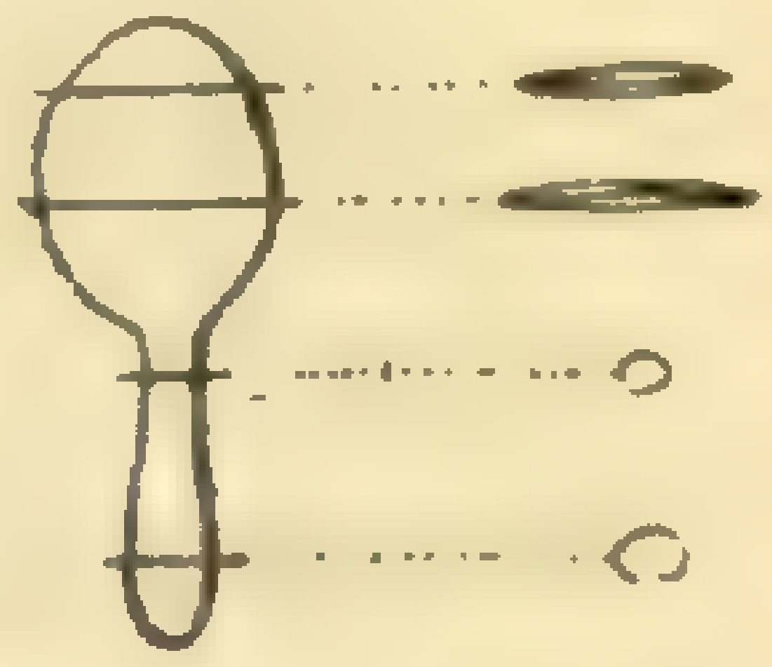


Fig. XIX. — Aspect de l'embryon. Coupes transversales à différents niveaux.

Il nous resterait donc maintenant à examiner la germination proprement dite ; mais avant de passer à cette partie, ajoutons les indications données par une coupe longitudinale et par la position de l'embryon.

Caractères présentés par une coupe longitudinale du fruit.

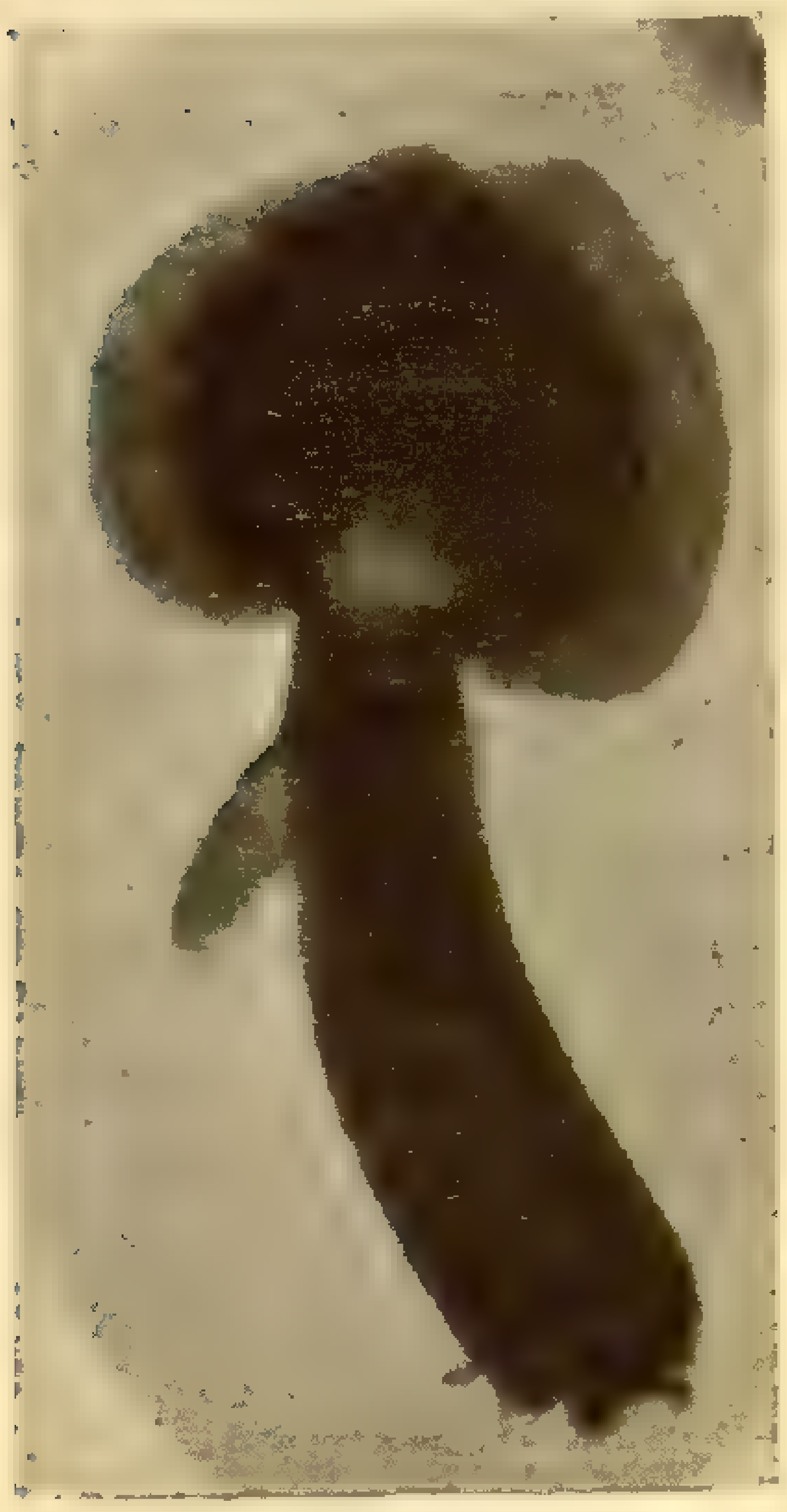
Il a été facile, nous pensons, de se rendre compte des principaux caractères par l'examen des coupes transversales, aussi n'aurons-nous que fort peu d'indications complémentaires à ajouter pour une coupe longitudinale.

On y pourra voir que l'ovule est largement inséré sur le placenta (fig. XX, planche 25) ; et que, si la coupe a été effectuée dans une région convenable, elle laisse apercevoir l'emplacement de l'embryon (a) et une partie du sillon intérieur de l'albumen (c).

Le péricarpe A du fruit et le tégument de la graine sont parcourus par des faisceaux vasculaires que nous avons indiqués sur la coupe à l'aide de hachures.

Il est facile de remarquer que ces éléments conducteurs, qui semblent être, d'après le dessin, dans l'albumen, sont en réalité sur les bords, indiquant de ce fait leur présence dans le tégument ; ceux qui s'échappent latéralement de l'axe placentaire vont se distribuer dans l'ovule et toujours dans le tégument.

L'embryon, sa forme, sa position.



Cliché : E. Sauvage.

Fig. XXI. — L'embryon.

L'embryon (fig. XXI) a la forme d'une petite spatule à manche assez court *(radicule et axe hypocotylé)* ; la partie plane est formée de deux feuilles cotylédonaires accolées par leur face supérieure ; au milieu, se trouve, sous forme d'un mamelon très peu accusé, ce qui deviendra la partie aérienne de la plante adulte, la *gemmule.*

Cet embryon est placé à la base de la graine, à l'endroit où l'on peut remarquer une petite cicatrice, correspondant au micropyle. Non adhérent à l'albumen, il est, nous l'avons dit, logé dans une cavité (fig. F, et I, planche 26), de sorte que l'on peut parfaitement l'enlever.

Il est très variable, en positions, dans une graine mûre et l'on peut schématiser celles-ci à l'aide de dessins (fig. XXII), la graine étant vue par la face opposée au sillon, c'est-à-dire par le dôme.

On voit qu'il peut être médian, déjeté à droite ou à gauche, mais parallèment ou sensiblement, au plus grand axe de la graine ; déjeté obliquement, ou placé presque transversalement par rapport à ce grand axe, la gemmule étant tournée indifféremment dans un sens ou dans l'autre. Sur cet embryon, on perçoit les nervures des feuilles cotylédonaires assez saillantes à la surface, ainsi qu'on peut le voir dans la figure F planche 26.

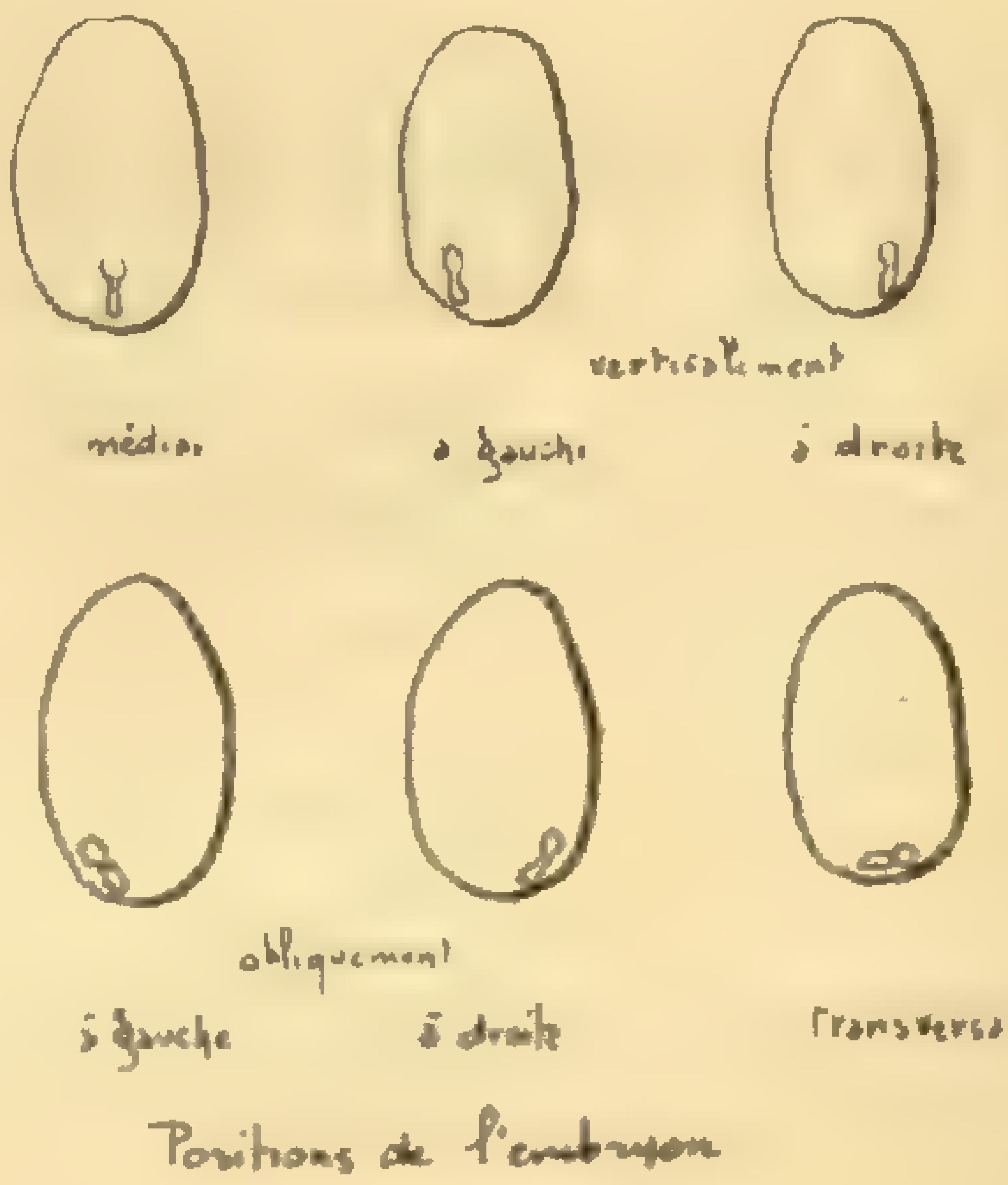


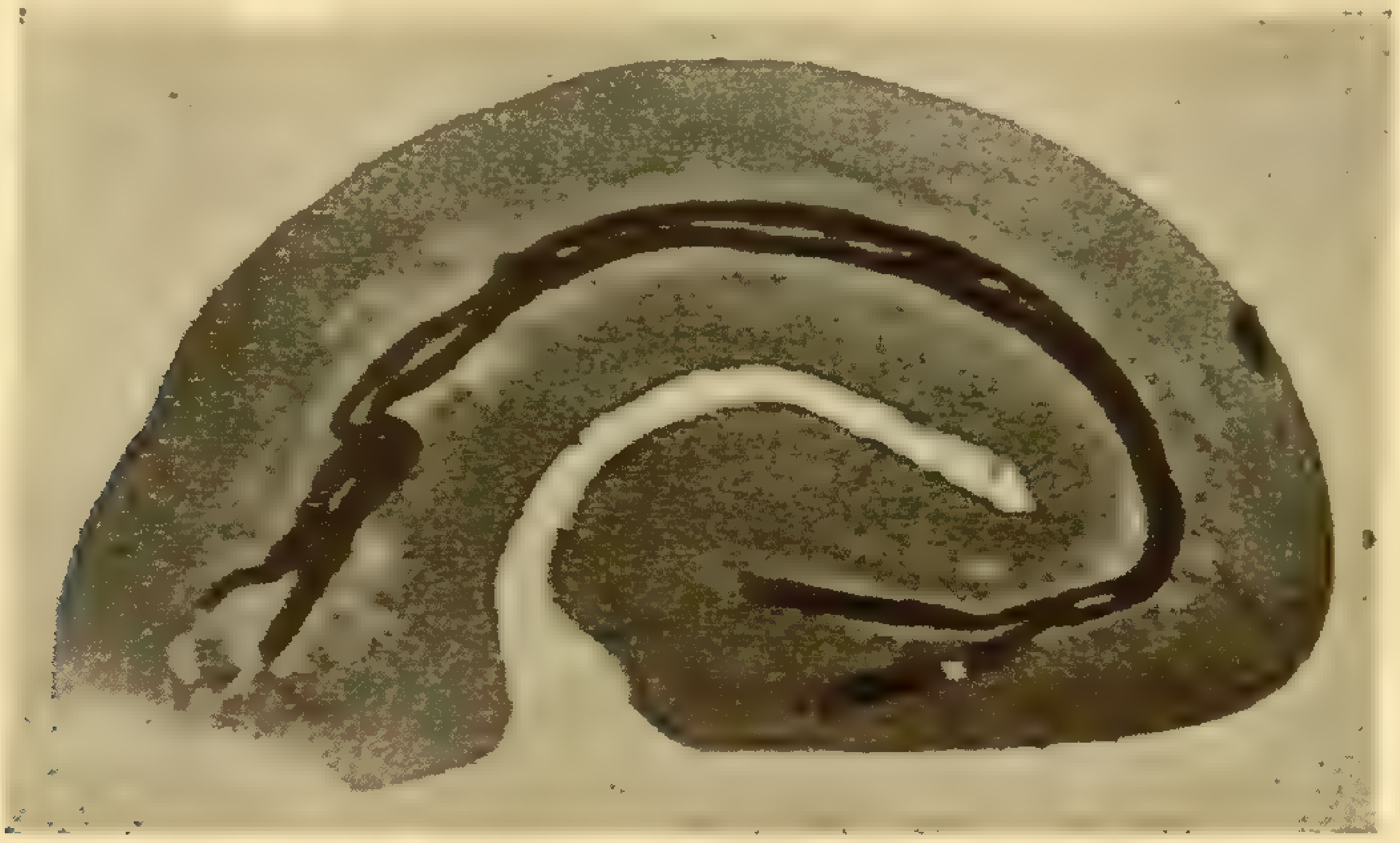
Figure XXII.

Germination.

Le temps nécessaire à la germination est variable. Par un temps chaud et humide, les meilleures graines germent au bout de trois semaines, la plupart germent vers six semaines et parfois après quelques mois.

La radicule apparaît tout d'abord (E, planche 26), la parche et la pellicule, lorsqu'elles existent encore, éclatent pour la laisser passer (a et a') ; les radicelles apparaissent ensuite bientôt.

Pendant cette première partie de la germination, les feuilles cotylédonaires s'accroissent relativement peu (fig. F, planche 26) ; mais, dès que la jeune racine a pris un certain développement, on les voit grandir, envahir l'espace laissé libre par délamination de l'albumen en attaquant sa partie centrale, pour se frayer un chemin et l'absorber complètement, en prenant la forme des replis de l'albumen (fig. I planche 26), c'est-à-dire recourbées, les deux parties latérales libres se regardant (fig. L, M, planche 26).



Cliché : E. Sauvage.

Fig. XXIV. — Coupe transversale de la graine à la germination. Complément au croquis I de la planche 26. Sillon intérieur de l'albumen dans lequel se développent les feuilles cotylédonaires représentées ici par les deux fortes lignes noires.

La figure J, planche 26, représente une graine ayant bien développé son système radiculaire et entièrement recouverte de sa parche, dans l'albumen de laquelle se sont accrus les deux cotylédons, comme l'indiquent la figure K (planche 26) et la figure XXIV qui n'est autre que la coupe longitudinale de J.

Dès que la radicule s'est enfoncée dans le sol, l'axe hypocotylé se développe, soulevant à mesure qu'il grandit la masse de l'albumen, dans laquelle se développent les cotylédons ; la germination est donc *épigée*.

Suivant la position de la graine posée sur le sol, son grand axe à plat ou, disons plus clairement, parallèle à la surface (fig. E et G, planche 26), ou bien perpendiculaire à celle-ci (fig. F) l'axe hypocotylé aura à fournir dans le premier cas un travail mécanique plus considérable, pour redresser d'abord la graine afin d'amener l'axe hypocotylé perpendiculairement à la surface du sol, puis ensuite pour élever la graine.

La gemmule, à ce stade, présente un accroissement extrêmement faible visible seulement à la loupe.

L'albumen une fois digéré, pendant un temps plus ou moins long, la parche et la pellicule enveloppent les deux feuilles cotylédonaires, puis la jeune plante s'en débarrasse, ses cotylédons s'étalent, (a et a', planche 26) commencent à se pourvoir de chlorophylle, deviennent verts et la gemmule se développe (A planche 26) ; la croissance continue par l'apparition de la tige définitive et des premières feuillles, ainsi qu'on peut le voir en B, C et D, planche 26.

Les feuilles cotylédonaires, pour une même espèce, ne sont pas toutes d'égales dimensions, ceci est apparent sur les dessins donnés.

Voici maintenant le jeune Caféier arrivé à un stade parfait de différenciation, ses cotylédons vont tomber, l'appareil végétatif va s'accroître, donnant à l'arbuste son aspect définitif et bien connu.

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE 24

Fig. II. — Fruit (Coupe transversale).

Fig. III. — Coupe transversale du fruit (Péricarpe).

Fig. IV. — Cellules de la parche.

Fig. XII. — Cellules du tégument (pellicule).

Fig. XV. — Coupe transversale de la partie externe de l'albumen cru.

Fig. XVI. — Coupe transversale de la partie externe de l'albumen torréfié.

PLANCHE 25

Fig. VI. — Différents stades de développement de l'ovule du caféier (Coupes transversales) a. b. c. d. e. f.

Fig. VII. — Positions de l'ovule en coupe transversale par rapport au placenta A. B.

Fig. VIII. — Coupe transversale d'un fruit dans lequel une seule graine est développée.

Fig. IX. — Coupe transversale dans deux ovules en voie de développement.

Fig. XI. — Coupe transversale de l'ovule, partie externe, tégument (pellicule).

Fig. XIII. — Coupe transversale de la graine (Délamination de l'albumen).

Fig. XIV. — Coupe transversale dans l'albumen (Coupe suivant XY).

Fig. XVII. — Coupe transversale dans l'albumen (Coupe suivant YZ).

Fig. XX. — Coupe longitudinale d'un fruit de Caféier.
A. Péricarpe. — B. Albumen : a, place occupée par l'embryon ; b, cavité entre la graine et le fruit ; c, cavité du sillon ; d, faisceaux libéro-ligneux. — C. traces des pièces florales (œil). — D. Pédoncule.

PLANCHE 26

Germination du Caféier.

Stades différents du développement des premières feuilles.

A B-C-D (réduit de moitié). a, feuilles cotylédonnaires (indiquées partout en pointillé). b, premières feuilles.

Premiers stades de la germination.

E. — Grain germant recouvert de la parche (a, a') qui a éclaté sous l'action de la radicule.

F. — Stade plus avancé, radicule plus développée ; on a enlevé une partie de l'albumen, ainsi que le montre la coupe transversale H, afin de situer l'embryon sur le dessin.

G. — Graine germant mais placée horizontalement.

I. — Coupe transversale d'un caracoli, on remarque : le sillon extérieur, le sillon intérieur de l'albumen et les deux feuilles cotylédonaires se développant entre ses replis.

J. — Stade plus avancé, germination.

K. — Même stade, coupe longitudinale, embryon développé, cotylédons largement agrandis.

L. — Cotylédons isolés de l'albumen.

M. — Coupe transversale des cotylédons de la figure L, montrant leur reploiement.

ARVET-TOUVET
BOTANISTE DAUPHINOIS
ET SON ŒUVRE

par M. Marcel MIRANDE

(suite)

*
* *

L'œuvre d'Arvet-Touvet comme hiéraciologue peut se diviser, d'une façon très naturelle, en trois périodes d'inégale durée.

Sa première période commence en 1871 et prend fin, au bout de dix-sept ans, en 1888. Elle est couronnée par son ouvrage sur les *Hieracium des Alpes françaises ou occidentales de l'Europe.*

Dans la seconde période, à partir de 1888, il continue l'étude des *Hieracium* de France, mais son effort principal est consacré à ceux des Pyrénées et d'Espagne. Cette période qui va jusqu'en 1908, qui dure donc vingt ans, comprend les douze années (1897-1909) consacrées à la publication du *Hieraciotheca Gallica et Hispanica.*

La dernière période, très courte, qui ne dure que cinq ans (1908-1913) est employée à l'élaboration du *Hieraciorum præsertim Galliæ et Hispaniæ Catalogus systematicus,* le grand ouvrage qui est l'aboutissement du labeur de près d'un demi-siècle.

Notre but est d'exposer sans critique et d'une manière impartiale l'œuvre de ce botaniste ; nous allons esquisser chacune des périodes de cette œuvre, après quelques mots rapides sur la méthode de l'auteur.

Nous avons dit combien la grande uniformité des caractères distinctifs rend difficile l'étude des *Hieracium.* Il est évident que pour l'établissement et la subordination rationnelle des nombreuses divisions de divers ordres qui constituent le genre, le botaniste est obligé de faire appel, de proche en proche, à l'ensemble des caractères de la plante ; mais pour l'établissement de l'espèce, l'opinion des hiéraciologues sur le choix des caractères les plus importants à considérer a varié. Ainsi, en 1829, A. Monnier considérait les caractères tirés des diverses parties de la fructification comme les plus importants et les plus sûrs pour distinguer les espèces entre elles ; les caractères tirés de l'aigrette, du clinanthe, du péricline, etc., venaient ensuite. Arvet-Touvet s'attachait surtout et par-dessus tout à l'observation du péricline dans sa forme et dans sa grandeur relative, à celle du réceptacle, et à la structure des poils. La nature des poils — et non leur abondance ou leur rareté — est considérée par lui comme un des caractères les plus constants et, par suite, les plus solides à considérer. Au bout de quelques années d'étude, semblant regretter de n'être point un peu micrographe, il disait qu'il était persuadé qu'à l'aide du microscope l'on arriverait à reconnaître, par les poils seuls, la plupart des vraies espèces. Tous les autres caractères étaient considérés par lui comme fallacieux et trompeurs. Ainsi, dans une lettre adressée à Gaston Gautier, le 8 mai 1909, il disait :

> Dans ce terrible genre, nous devons nous défier par-dessus tout, comme de la cause la plus fréquente d'erreurs, de ce que l'on appelle la similitude de port ; c'était là le grand *dada* de Timbal-Lagrave, et vous savez où cela l'a conduit !

Nous avons dit aussi que les phénomènes d'hybridité venaient compliquer singulièrement la recherche des véritables limites de l'espèce chez ces plantes. Dans ses premières publications, Arvet-Touvet insiste beaucoup sur ce point, faisant remarquer qu'il a été presque entièrement méconnu par les botanistes qui l'ont procédé, et spécialement par ceux de l'école linnéenne. On sait combien est délicate la caractérisation d'une forme hybride, combien est difficile le discernement du rôle des deux parents dans l'hybridation, en dehors de l'expérimentation directe qui seule peut conduire à la certitude. Arvet-Touvet a apporté, dans la recherche des faits d'hybridité, l'esprit d'analyse le plus fin et le plus sagace. Cependant, quoiqu'il y ait pris garde, il n'a pu toujours se préserver de toute exagération. Dans ses premiers travaux, il accuse une tendance à attribuer un trop grand nombre de formes à l'hybridité. Peu à peu il revient à une plus juste appréciation des faits et se charge lui-même, avec la meilleure grâce du monde, de rectifier ses erreurs, de retoucher ses diagnoses. De même, par excès d'analyse, dans ses premiers travaux il exagère le principe linnéen et se laisse séduire par cette école jordanienne dont il devait être l'ardent adversaire. Et il avoue lui-même, dans la préface de sa *Monographie des* **Pilosella** et des **Hieracium** *du Dauphiné*, de 1873, faisant allusion à ses premières publications, qu'il aura de sérieux amendements à leur apporter et qu'il s'exécutera de bonne grâce.

Enfin, dans ses premiers travaux, l'auteur place toutes les espèces sur le même rang, n'effectue pas le triage des formes de valeurs diverses qui existent dans chaque section du genre. Vers 1888, à la fin de la première période de son œuvre, arrivant à une connaisance déjà très étendue de son sujet, il commence à considérer des types spécifiques de valeurs différentes et à mettre de la subordination dans le rangement des divers éléments du genre.

Ceci dit, suivons d'un pas rapide notre botaniste dans son œuvre.

CHAPITRE III

Première période de l'œuvre hiéraciologique d'Arvet-Touvet. Etude des HIERACIUM du Dauphiné et des Alpes françaises.

Les premières publications d'Arvet-Touvet (1871, 1872) contiennent la description d'un certain nombre de formes d'*Hieracium* du Dauphiné. Ainsi qu'il le dit lui-même, c'est la simple description de quelques plantes « en passant et telles que le hasard les lui fait rencontrer » et il ne veut donner lui-même à ces premiers écrits aucune importance. Ce sont d'abord deux premières listes d'*Hieracium* dans lesquels il ne voit guère que des formes hybrides et appartenant aux sections *Pilosellina*, *Cymella* du sous-genre *Pilosella*, et aux sections *Aurella*, *Cerinthoidea*, *Andryaloidea*, *Orradea*, *Vulgata* des *Archieracium* selon le système de Fries. Sur 24 premières espèces signalées par lui comme nouvelles, 10 seront plus tard maintenues d'une manière définitive ; quelques-unes, non plus comme hybrides, mais comme espèces légitimes généralement du second ordre ; d'autres seront maintenues comme hybrides. Il établit notamment le *Hieracium Armerioides*, voisin du *H. glanduliferum* Hoppe, qu'il soupçonna d'abord être un hybride et qu'il considéra plus tard comme espèce légitime de premier ordre.

En 1873, les matériaux recueillis par Arvet-Touvet sont assez considérables pour lui permettre de commencer la publication d'une *Monographie des* **Pilosella** *et des* **Hieracium** *du Dauphiné*, qu'il continuera, en 1876, par deux suppléments. Dans ce travail, il essaye d'élever à la dignité du genre le sous-genre *Pilosella* de Fries ; il trouve un puissant motif de séparer génériquement les *Pilosella* et les *Hieracium* dans ce fait qu'il croit qu'il n'existe pas d'hybrides entre les plantes de ces deux groupes, fait qui vient appuyer, au point de vue du genre, les idées qu'il a exposées dans le travail antérieur que nous avons rappelé plus haut.

Les formes de *Hieracium* étudiées se répartissent dans les divisions *Phyllopoda* et *Aphyllopoda* à la manière du *Prodromus* de Candolle, qu'il traite comme sections, et auxquelles il ajoute la section *Subaphyllopoda* découpée de la dernière. Il signale ou décrit, dans cette Monographie, près de 150 espèces avec de nombreuses formes et variétés, dont une cinquantaine de nouvelles auxquelles il attache son nom, ainsi qu'à un grand nombre de formes secondaires. Mais il considère la plupart de ces espèces comme des hybrides, les espèces véritables et légitimes qui restent à découvrir doivent être, pense-t-il, très rares, après les travaux des savants qui, en Europe et en France, ont déjà étudié les *Hieracium*. Or, nous avons dit plus haut qu'il avait beaucoup exagéré la part de l'hybridité dans les espèces des *Hieracium*. Mais même dans les formes qu'il considère comme hybrides, il s'en trouve de très remarquables qui, par leurs caractères tranchés, s'éloignent visiblement des types connus. Il soumet d'ailleurs toutes ces formes à l'examen du célèbre Fries qui porta sur elles le jugement le meilleur, comme on peut en juger par la phrase suivante détachée d'une de ses lettres : « *Plurimæ a te missæ species mihi ignotæ et præcipue plures hybridæ dictæ valde insignes ; harum rationes ab autopta tantum in loco natali dijudicari possunt. Equidem facile fingerem nonnullas esse autonomas species, alias potius varietates.* »

Si l'on suit le sort, dans les travaux ultérieurs d'Arvet-Touvet ou dans ceux des hiéraciologues contemporains, de toutes ces formes nouvelles décrites dans ces premières publications, on voit que quelques-unes seulement n'ont pas laissé de traces, quelques autres ont prêté à discussion et ont été différemment interprétées, mais la plupart ont été maintenues ou adoptées : quelques-unes, sur lesquelles Arvet-Touvet hésitait comme espèces ou variétés, ainsi qu'un certain nombre d'hybrides, sont devenues des espèces légitimes de deuxième ou de troisième ordre ; un certain nombre d'hybrides ont été maintenus comme tels. D'autres espèces, plus tard, dans le *Catalogus*, ont eu un sort des plus honorables : ainsi le *Hieracium heterodon* est devenu le type de la section des *Heterodonta* Arv.-T. dans le sous-genre *Archieracium* ; le *H. thapsoides* devient le type du groupe *Thapsoidea* A.-T. dans la section *Andryaloidea* Koch. Le *H. rapunculoides* devient le type du groupe *Rapunculina* A.-T. dans la section *Prenanthoidea* Koch.

Les *Hieracium viride, cærulaceum, parcepilosum, lactucifolium, viscosum, heterospermum, subalpinum* resteront plus tard comme espèces de premier ordre.

Outre les espèces ci-dessus, citons parmi les plus remarquables de celles établies par Arvet-Touvet dès cette époque et appartenant à la flore dauphinoise :

Les *Pilosella biflora, Faurei, Smithii, aurantiacoides, caricina.*

Les *Hieracium calycinum, Pamphilii, Callianthum, Dasytrichum, ustulatum, Armerioides, urticaceum, Thapsifolium, Melandryfolium, floccosum, coronariæfolium, Ravaudii, pseudolanatum, lansicum, lychnioides, oligocephalum, brunellæforme, cephalotes, cirrhitum, cæsioides, isatidifolium.*

En 1880, après avoir longuement étendu ses connaissances en dehors même des limites du Dauphiné et de la Savoie, il peut résumer en un tableau général les espèces et formes des genres *Pilosella* et *Hieracium* pour toute la région du Sud-Ouest de l'Europe. Pour la première fois enfin, l'étendue de ces connaissances peuvent lui permettre de tenter le groupement rationnel des divers éléments de ces genres en un *Conspectus* systématique. Dans ce premier essai, qu'il perfectionnera dans quelques années (1885-1888), il sépare encore les *Pilosella* des *Hieracium* et adopte pour leur division les groupes de Koch, Fries, Grisebach, Scheele, auxquels il ajoute un assez grand nombre de groupes nouveaux, basés sur des types de découverte nouvelle, ou sur un démembrement jugé rationnel de groupes préexistants, et il donne les diagnoses des groupes ainsi adoptés (sections et sous-sections).

Voici les groupes nouveaux créés par lui :

Dans le genre *Pilosella*, il divise la section *Auriculina* Fries en deux sous-sections *Genuina* et *Cymigera*. Il crée la sous-section *Anchusoidea* dans les *Cymellina* de Fries en prenant comme type son *P. anchusoides*. La section *Florentina*, qui a comme type le *P. Florentina* All., section très rationnelle, fait le passage naturel des *Pilosella* à la sous-section *Glauca* dans les vrais *Hieracium*.

Dans le genre *Hieracium*, il crée dans les *Pseudocerinthoidea* Koch les groupes *Hispida* et *Heterodonta* (ce dernier groupe sera érigé en section plus tard) ; les *Andryaloidea* Koch sont divisés en les groupes *Lanata*, *Thapsoidea*, *Lanatella*, *Pseudolanata* ayant respectivement pour types les *H. lanatum* Vill., *Thapsoides* Arv.-T., *Lanatellum* Arv.-T., *Pseudolanatum* Arv.-T. ; la section *Pulmonaroidea* Fr. est divisée en *Oleosa* (type *H. Oleovirens* Arv.-T.), *Aurelloidea* et *Hemiplaca* (type *H. hemiplacum* Arv.-T.) ; la section *Prenanthoidea* Koch en *Genuina*, *Lanceolata*, *Cydoniæfolia*, *Picroidea*.

Il crée la section *Australia* qu'il maintiendra plus tard ; c'est la première division primordiale créée par lui, intermédiaire entre les *Cerinthoidea*, les *Pulmonarea* et les *Accipitrina* et plus rapprochée de ces derniers ; il divise cette section en deux groupes *Genuina* et *Polyphylla*. Enfin il enrichit la section des *Accipitrina* Koch des groupes *Corymbosa* et *Eriophora*.

Mais pour être exact au point de vue historique, notons que quelques-unes de ces divisions figurent déjà, en 1877, dans le *Prodrome de la Flore du Plateau Central* de Martial Lamotte. Dans cet ouvrage, le chapitre des *Hieracium* est traité d'après les idées d'Arvet-Touvet, et ce dernier a envoyé par lettres à Martial Lamotte l'indication des divisions nouvelles à introduire dans la classification de ces plantes : c'est ainsi qu'il lui indique les *Australia* (*Italica* p. p.) comme groupe nouveau des *Accipitrina*, de même que les *Corymbosa* ; il lui indique aussi les *Genuina* et les *Cydoniæfolia* dans les *Prenanthoidea*.

Ce tableau général de 1880 contient 57 espèces principales de *Pilosella* et 244 de *Hieracium*. Parmi les formes créées par l'auteur, on compte 8 espèces principales, 7 espèces secondaires et 2 variétés de *Pilosella ;* 61 espèces principales, 23 secondaires et 14 variétés de *Hieracium.*

De 1880 à 1886, Arvet-Touvet va étudier à Genève les *Hieracium* contenus dans les célèbres herbiers de Aug.-Pyr. de Candolle et de Delessert ; Alphonse de Candolle et Boissier mettent leurs propres collections à sa disposition ; il étudie, à Chambéry, les *Hieracium* de la région des Alpes contenus dans les herbiers Huguenin et Bonjean ; d'éminents botanistes tels que Lamotte, Bonnet, Delacour, Timbal-Lagrave, etc., lui communiquent les riches matériaux qu'ils possèdent. Au moyen de ces collections, dont il entreprend la révision, il va pénétrer plus avant dans l'étude des formes françaises et européennes, et surtout il va acquérir la connaissance des espèces américaines. Les herbiers de Genève contiennent, en effet, les récoltes rapportées par Schlim, Dr R.-A. Philippi, Schultz Bip., G. Mandon, Hohenaker, Pavon, Balansa, Rugel, Januson et tant d'autres botanistes voyageurs de la nouvelle-Grenade, de la Bolivie, du Pérou, du Paraguay, du Chili, du Mexique, du Vénézuéla, de toutes les parties de l'Amérique du Nord, etc. L'étude de ces collections fournit à Arvet-Touvet la matière de quelques publications importantes.

A l'exception d'une seule, les espèces américaines qu'il décrit, pour la plupart nouvelles, appartiennent au sous-genre *Stenotheca* Fries, représenté en Europe par deux espèces seulement, l'ancien *Hieracium staticifolium* de Villars, célèbre espèce, invariable, ce qui constitue un cas rarissime chez les *Hieracium,* et le nouveau *H. Rostanii* d'Arvet-Touvet (1883), qui paraît être une forme hybride. L'autre espèce, récoltée par G. Mandon dans les Andes boliviennes, entre 3.600 et 3.900 mètres d'altitude, qu'Arvet-Touvet nomme *H. stachyoideum,* devient le type d'un nouveau sous-genre auquel il donne le nom de *Mandonia*. Cette plante, spécialement par la forme de son akène, établit des points de contact entre le genre *Hieracium* d'une part et d'autre part les genres *Prenanthes* et *Mulgedium.* Disons tout de suite que dans quelques années, en 1897 (*Elenchus* **Hieraciorum** *novorum,* etc.), il supprimera ce sous-genre pour en faire une simple section, la dernière, du sous-genre *Stenotheca.*

Arvet-Touvet établit, en outre, dans les *Stenotheca,* les deux nouvelles sections des *Hypochæridiformia* et des *Verbasciformia.*

Parmi les espèces américaines nouvelles nommés par lui, citons les *H. fimbriatum*, *Pavonianum*, *adenocephalum*, *Paragayense*, *Vancouverianum*, *Rugelii*, *Quitense*, *Sprucei*, *Mandonii*, *trichodonton*, *Orizabæum*, *coloratum*, *Ecuadorense*, *Uruguayense*.

L'étude approfondie qu'il vient de faire ainsi des *Stenotheca* lui montre que ces plantes réunissent si étroitement les *Archieracium* aux *Pilosella*, qu'il convient de considérer ces derniers, à l'exemple de Fries, comme un sous-genre et non comme un genre. A partir de ce moment, il abandonne donc le genre *Pilosella*, malgré les raisons qu'il a pu donner en sens contraire.

Au point de ses études marqué par l'année 1886, après avoir exploré le genre *Hieracium* comme encore aucun auteur ne l'avait fait, Arvet-Touvet peut mettre en relief le fait que ce genre critique renferme un grand nombre d'espèces de deuxième et de troisième ordres, dont une partie paraît provenir de l'hybridité et un nombre, relativement très restreint, d'espèces de premier ordre.

En 1885, Arvet-Touvet présente au Congrès de Grenoble de l'*Association française pour l'Avancement des Sciences* un second essai sur la systématique du genre *Hieracium : Conspectus systematicus Europæus generis* **Hieraciorum**. Nous ne nous arrêterons pas sur ce tableau qui diffère très peu de celui qui accompagne l'important ouvrage de 1888 sur les **Hieracium** *des Alpes françaises ou occidentales de l'Europe*, et dont nous allons parler.

Ce mémoire de 1888, qui clôt la première période de l'œuvre d'Arvet-Touvet, était tout d'abord destiné à former un chapitre de la VII^e^ édition de la *Flore du bassin moyen du Rhône et de la Loire* de Saint-Lager. Mais l'étendue que l'auteur avait dû lui donner, afin de traiter son difficile sujet d'une manière convenable, étant hors de proportion avec le cadre élémentaire de cette flore, il dut être publié d'une manière indépendante. Pour éviter un long retard, il fut publié tel quel, sans les retouches et les compléments qui eussent été nécessaires pour lui donner exactement la forme monographique qui convenait à sa nouvelle destination. Pour faciliter leurs déterminations, les botanistes eussent apprécié évidemment une analyse synoptique des groupes naturels et une clef analytique des divers types et des principales formes du genre, choses qui donnent une si grande valeur au travail de Burnat et Gremli sur les *Hieracium* des Alpes maritimes (1). Tel qu'il est, cependant, ce catalogue systématique est un document d'un haut intérêt, tant au point de vue de la connaissance du genre *Hieracium* qu'à celui de la flore des Alpes, par les découvertes importantes qu'il renferme.

Ce travail est le fruit de maintes explorations dans les Alpes pendant de longues années ; en outre, de nombreux botanistes ont fourni d'utiles renseignements à l'auteur en lui communiquant leurs récoltes et leurs collections.

Le genre est subdivisé, à la manière de Fries, en trois sous-genres : *Stenotheca* représenté par le seul *H. Staticifolium* Vill., *Pilosella* et *Archieracium*. Ces deux derniers sous-genres sont divisés en séries et groupes naturels, et dans chaque groupe, les types spécifiques, rangés autant que possible d'après les affinités, sont de trois valeurs relatives différentes. La subordination entre toutes ces espèces de valeurs différentes, qui est très difficile, est aussi précise que les connaissances déjà fort étendues du genre dans son ensemble pouvaient le permettre à Arvet-Touvet. Aux diverses espèces, surtout celles de premier et de deuxième ordres, sont jointes de nombreuses variétés. Certaines des espèces de deuxième et de troisième ordres sont notées comme hybrides, quelques-unes avec doute.

Ce catalogue comprend 199 espèces : 39 de premier ordre, 109 de second ordre et 51 de troisième ordre, plus un grand nombre de variétés ou formes présumées telles.

Le sous-genre *Pilosella* contient 7 espèces de premier ordre, 14 du second, 9 du troisième ; le sous-genre *Archieracium* contient 31 espèces de premier ordre, 95 du second, 42 du troisième.

Sur ces 199 espèces, celles créées par Arvet-Touvet atteignent le chiffre important de 116 : dans les *Pilosella*, 8 espèces du second ordre et 5 du troisième ; dans les *Archieracium*, 7 de premier ordre, 68 du second, 41 du troisième.

Il est à remarquer que parmi ces 39 espèces de premier ordre qui croissent dans nos Alpes, 10 appartiennent à Linné, 8 à Villars ; Arvet-Touvet vient à la suite de ces grands botanistes avec 7 espèces nouvelles. Ces 7 espèces de premier ordre ont été déjà citées plus haut. Un nombre assez important des espèces nouvelles de deuxième et de troisième ordres figurent pour la première fois dans ce travail de 1888, les autres ont été déjà décrites dans les publications antérieures.

---

(1) E. Burnat et Aug. Gremli, Catalogue raisonné des *Hieracium* des Alpes maritimes, 1883.

Le tableau ci-dessous montre comment, à ce stade de sa carrière scientifique, Arvet-Touvet conçoit le système du genre *Hieracium* pour l'Europe entière ; on voit qu'il crée un bon nombre de sections et de sous-sections nouvelles.

Aperçu systématique du Genre HIERACIUM pour l'Europe entière.

Sous-genre 1. STENOTHECA, Fries.

Section *TOLPILIFORMIA*, DC.

Sous-genre 2. PILOSELLA, Fries.

Pilosellina Fries.
Rosellina (Rosella Fries).
Auriculina Fries.
Cymellina (Cymella Fries).
Praealtina Arv.-T.

Sous-genre 3. ARCHIERACIUM, Fries.

Section 1 — *AURELLA*, Koch.
Glauca Fries.
Eriophylla Arv.-T.
Villosa Fries, p.p.
Pilifera Arv.-T.

Section 2 — *ALPINA*, Fries, p.p.
Eualpina Arv.-T.
Hispida Arv.-T.

Section 3 — *HETERODONTA*, Arv.-T.

Section 4 — *PSEUDOCERINTHOIDEA*, Koch, pp.
Rupigena Arv.-T.
Balsamea Arv.-T.
Hispanica Arv.-T.

Section 5 — *CERINTHOIDEA*, Koch, p.p.
Eriocerinthea Arv.-T.
Cerinthea Arv.-T.
Vogesiaca Arv.-T.
Alata Timb.-Lag.
Pyrenaica Scheele, p.p.

Section 6 — *ANDRYALOIDEA*, Koch.
Thapsoidea Arv.-T.
Lanata Arv.-T.
Lanatella Arv.-T.

Section 7 — *PULMONAROIDEA*, Koch, p.p.
Oreadea Fries.
Cerinthellina Arv.-T.
Aurellina Arv.-T.
Pulmonarea Arv.-T. { *Scapigera* Fries. / *Cauligera* Fries.

Section 8 — *PRENANTHOIDEA*, Koch, p.p.
Alpestria Fries.
Prenanthea Arv.-T.
Cotoneifolia Arv.-T.

Section 9 — *PICROIDEA*, Arv.-T.
Lactucæfolia Arv.-T.
Viscosa Arv.-T.
Ochroleuca Arv.-T.
Albida Arv. T.

Section 10 — *AUSTRALIA*, Arv.-T.
Olympica Arv.-T.
Italica Fries, p.p.
Cernua Uechtr.
Orientala Arv.-T.
Bracteolata Arv.-T.
Symphytacea Arv.-T.
Polyadena Arv.-T.

Section 11 — *ACCIPITRINA*, Koch.
Corymbosa Arv.-T.
Foliosa Fries, p.p.
Tridentata Fries.
Sabauda Fries.
Umbellata Fries.
Eriophora Arv.-T.

Ce système, principalement en ce qui concerne les grandes divisions, est le perfectionnement du système de Fries et surtout de celui de Koch.

Le sous-genre *Pilosella* est divisé en cinq groupes ; mais ces groupes sont assez mal définis et mal limités. On peut dire cependant que les groupes *Rosellina* et *Auriculina* sont intermédiaires entre les *Pilosellina* et les *Cymellina*, moins rapprochés chacun entre eux que les *Rosellina* ne le sont avec les *Pilosellina* et les *Auriculina* avec les *Cymellina*. Les *Præaltina* semblent un groupe très rationnel ayant surtout des rapports avec les *Auriculina* et faisant le passage naturel avec le sous-genre *Archieracium* à travers le groupe *Glauca*.

Dans ce système nouveau, le groupe *Præaltina* remplace les *Florentina* de 1880. Ce groupe *Florentina* comprenait le *Pilosella prœalta* Vill. et le *P. florentina* All. En 1880, cédant aux conseils de Burnat et Gremli, Arvet-Touvet trouve qu'il n'y a pas lieu de séparer de ce groupe les *Hieracium Bauhini* Sch. et *H. cymigerum* Auct considérés par beaucoup d'auteurs comme de simples variétés de *H. præaltum* Vill. (*P. præaltina* Vill.) et qu'il plaçait dans les *Auriculina* (dans la sous-division *Cymigera)*. La section *Florentina* devient alors *Præaltina* avec quelques modifications dans l'exposé des caractères.

Le sous-genre *Archieracium* est partagé en 11 sections, comprenant chacune plusieurs groupes.

Dans le système de Koch, 8 sections correspondent aux 11 sections du système Arvet-Touvet. Les 11 sections d'Arvet-Touvet contiennent, avec plus ou moins de modifications, 7 des sections de Koch sous les mêmes noms ; l'autre section de Koch, l'*Intybacea*, rentre dans la section *Picroidea* d'Arvet-Touvet, ainsi qu'un fragment des *Prenanthoidea* de Koch. La section *Intybacea* devient le groupe *Albida* ayant pour type le *H. albidum* Vill. (*H. intybaceum* Wulf. in Jacq.). Grisebach et Fries faisaient du *H. intybaceum* un sous-genre et même un genre. Pour Arvet-Touvet, cette plante a des rapports très intimes avec le *H. picroides* Vill. et même avec toutes les autres espèces des *Picroidea*.

Le système Arvet-Touvet, comparé à celui de Koch, comprend donc 3 sections de plus que ce dernier : les *Alpina* Fr. détachés en partie des *Pseudocerinthoidea* de Koch ; le *Heterodonta* d'Arvet-Touvet qui ont pour type le *H. heterodon* Arv-T., qui se rattachent au groupe *Oreadea* Fr. et qui sont intermédiaires entre les *Alpina* et les *Pulmonaroidea*; enfin la section *Australia* Arv.-T., détachée en partie des *Accipitrina* Koch, intermédiaire entre cette dernière section et les *Cerinthoidea* et *Pulmonaroidea*.

La section *Aurella* du système Arvet-Touvet correspond à la même section de Koch, après avoir enlevé à cette dernière le *H. staticifolium* Vill. qui a été placé, ainsi que nous le savons, dans le sous-genre *Stenotheca* Fr.

Les *Pseudocerinthoidea* se rattachent aussi aux *Prenanthoidea* à travers le groupe *Cotoneifolia*. Les *Cerinthoidea* et les *Andryaloidea* ont de la parenté avec les *Pulmonaroidea*. Les *Accipitrina* se relient aux *Prenanthoidea* par le groupe *Corymbosa* et par les groupes *Sabauda* et *Tridentata* se rapprochent des *Pulmonaroidea*.

En un mot, toutes ces sections des *Archieracium* se relient entre elles par de nombreux anneaux et se rattachent les unes aux autres par des transitions insensibles ; leur classement méthodique est très difficile.

Voici un passage d'une lettre à Belli qui nous éclaire sur l'esprit de la méthode d'Arvet-Touvet et nous montre, tracé par le maître lui-même, combien sont complexes les enchaînements et les affinités entre les divisions diverses du genre *Hieracium*. Il s'agit de cette section des *Australia* créée par Arvet-Touvet et dont nous avons ci-dessus indiqué la genèse.

> Il ne faut pas oublier qu'une section, généralement, doit pouvoir, au besoin, constituer un sous-genre et en avoir, par conséquent, à peu près l'importance.
>
> Cette section *Australia* ne peut être comparée, par son importance et ses multiples affinités, qu'au sous-genre *Stenotheca*. Elle renferme des groupes qui, comme pour les *Stenotheca*, touchent pour ainsi dire et confinent à tous les autres groupes principaux ou sections du genre. Ainsi, par les *Symphytacea* et les *Polyadena*, elle touche à la fois aux *Cerinthoidea*, aux *Pulmonaroidea* et aux *Sabauda* ; par le groupe *Bracteolata* (qui comprend les *H. bracteolatum* Sm., *leiocephalum* Barth., *Australe* Fr., *(Etolicum* Arv.-T., etc.), elle touche aux *Tridentata* ; par le groupe *Stupposa* (1) (ou *Pseudoglauca)*, aux *Glauca* ; par le groupe *Olympica* (ou *Pseudovillosa)* qui comprend, entre autres, le *H. Jankæ* Huechtr., elle touche aux *Villosa* ; par le groupe *Cernua*, elle touche intimement aux *Stenotheca*.

---

(1) On remarquera que le groupe *Stupposa* ne figure pas sur l'*Aperçu systématique* qui précède. La lettre que nous citons est, en effet, postérieure à 1888.

Dans le sous-genre *Pilosella,* tous les groupes sont bien représentés dans nos Alpes.

Parmi les sections des *Archieracium* les mieux représentées dans nos Alpes, citons : les *Aurella* dont le groupe *Pilifera* Arv.-T. est le plus répandu ; les *Andryaloidea* dont le groupe *Lanata* Arv.-T. est le plus vaste des trois groupes qui les composent ; la section des *Prenanthoidea ;* la section des *Picroidea* Arv.-T. dont le groupe *Lactucæfolia* contient des espèces remarquables qui ont été confondues par la plupart des botanistes avant Arvet-Touvet *(H. lactucæfolium* Arv.-T., *coringiæfolium* Arv.-T., *amplifolium* Arv.-T., *viscosum* Arv.-T., etc.) ; la section des *Accipitrina* dont tous les groupes, à l'exception des *Eriophora* Arv.-T., ont de nombreux représentants.

La section *Alpina* Fr. n'est représentée dans nos Alpes que par deux espèces : le *H. alpinum* L. *(H. Halleri* Vill) dont l'aire de dispersion est très étendue puisqu'on le retrouve dans l'Amérique du Nord et l'*H. Bocconei* Griseb. que l'on trouve en Savoie.

La section *Heterodonta* Arv.-T. contient quelques très remarquables espèces : *H. squalidum* Arv.-T., *H. heterodon* Arv.-T., *H. humile* Jacq., etc.

Un seul groupe de la section *Australia* est représenté dans nos Alpes, c'est le *Symphytacea* Arv.-T. qui contient le *H. symphytaceum* Arv.-T. et le *H. heterospermum* Arv.-T., l'une des espèces les plus polymorphes du genre.

CHAPITRE IV

Deuxième période. — Etude des HIERACIUM des Pyrénées et de l'Espagne. Le HIERACIOTHECA GALLICA et HISPANICA

Les vingt années qui s'écoulent de 1888 à 1908 constituent, avons-nous dit, la seconde période de la vie scientifique d'Arvet-Touvet. Cette période est caractérisee par l'active collaboration que l'éminent botaniste Gaston Gautier, de Narbonne, apporte à son ami de Gières, dans la recherche de ses matériaux d'étude ; par l'élaboration, sous les efforts combinés de ces deux savants pendant une douzaine d'années, des célèbres *exsiccata* connus sous le nom de *Hieraciotheca Gallica et Hispanica ;* par leurs explorations dans les

Pyrénées et en Espagne et leurs publications sur la flore hiéraciologique de ces deux contrées.

Le champ des études d'Arvet-Touvet s'est simplement élargi : pendant cette longue période, en effet, il continue avec une grande activité l'étude de sa belle région dauphinoise et, d'une manière générale, celle de la région des Alpes françaises. Ses correspondants scientifiques deviennent de plus en plus nombreux ; de tous côtés les botanistes herborisants lui envoient des matériaux pour son propre herbier, lui communiquent, en vue de la détermination et de la révision, leurs collections entières, parfois considérables. C'est ainsi qu'une certaine année, il reçoit de Toulouse les collections de Timbal-Lagrave qui pèsent 193 kilos. Arvet-Touvet peut ainsi étudier les *Hieracium* des diverses régions de la France et de nombreux pays d'Europe. Parmi les plus actifs de ces correspondants, citons : le Fr. Sennen, l'abbé Soulié, Cadewal, intrépides collecteurs qui fouillent pour lui l'Espagne et les Pyrénées ; Reverchon, Chenavard, le Docteur Tremols, Bicknell (de Bordighera), Bordère, Neyra, Delpont... ; les savants botanistes italiens Ferrari, Arcangeli, Gartani, Vaccari, Grande Loretto.

Des botanistes de grand renom s'attachent sa collaboration, dans leurs écrits, en sollicitant ses avis et ses conseils en matière d'*Hieracium* et en soumettant leurs matériaux à son sagace examen ; beaucoup d'entre eux sont déjà des correspondants de la première heure. Citons parmi ces botanistes : le savant suisse E. Burnat, auteur de la *Flore des Alpes maritimes,* et d'autres travaux de premier ordre parmi lesquels les *Hieracium* occupent une place importante; Gremli, collaborateur de Burnat, auteur d'une flore très appréciée de la Suisse et qui a apporté aussi à la hiéraciologie une contribution de premier ordre ; le professeur J. Briquet, de l'Université de Genève, directeur du Jardin botanique de cette ville et conservateur de l'herbier Delessert, qui a étudié les *Hieracium* des Alpes Lémanniennes: le professeur Wilczeck, de l'Université de Lausanne, qui, de son côté aussi, a fait progresser l'étude des Epervières; H. Sudre, de Toulouse, que ses importants travaux placent aujourd'hui à la tête des hiéraciologues français, quoique d'une école scientifique différente de celle d'Arvet-Touvet ; l'abbé H. Coste, le savant auteur de la *Flore descriptive et illustrée de la France;* Ant. Legrand, le collaborateur de Coste, dans le difficile chapitre des *Hieracium* de cette Flore ; Hippolyte Marcailhou d'Ayméric, qui a écrit sur les Épervières du bassin de la Haute-Ariège des notes importantes. Enfin est-il utile d'ajouter qu'en tête de tous se trouve le savant botaniste et éminent hiéraciologue, le professeur Saverio Belli, le confident et l'ami de toujours?

Arvet-Touvet se charge aussi de la révision, du classement et de la détermination d'un certain nombre de grandes collections publiques contenant des *Hieracium* des diverses régions du globe et que leurs directeurs lui expédient à Gières en colis parfois très lourds et très volumineux. Il révise notamment l'herbier de Rome, celui de Pise, celui du Musée botanique de Gènes dans lequel la flore pyrénéenne d'Épervières est assez bien représentée. Il révise l'herbier Willkomm conservé au Musée de Coïmbre, en Portugal, riche collection qui contient les types de Scheele, le premier monographe des *Hieracium* d'Espagne et des Pyrénées. Cet herbier était plein de confusions quoiqu'il ait été revu et annoté par Fries. A plusieurs reprises, le conservateur de l'herbier Boissier lui expédie les Épervières de cette riche collection de Genève. Le professeur Wilczeck lui envoie les vastes collections d'*Hieracium* de l'herbier de l'Université de Lausanne, contenant les originaux précieux de botanistes tels que Reuter, Muret, Favrat, Schleicher, Godet, Christener et les abondantes récoltes de Wilczeck lui-même. Le professeur Cavara, directeur du Muséum de Naples, lui envoie les *Hieracium* des herbiers Gussone et Ténore à déterminer et à réviser.

Deux importantes collections lui fournissent matière à des publications intéressantes.

En 1897, il est chargé de la revision des Épervières de l'herbier de Haller fils, conservées dans les collections d'Europe de l'herbier Delessert. La plupart des échantillons de cette collection provenant de Suisse, la révision des *Hieracium* de ce savant offre un grand intérêt pour les botanistes de ce pays et fournit des documents sur les idées du commencement du siècle dernier en matière d'Épervières. Cette révision lui fournit, en outre, l'occasion de décrire deux espèces nouvelles, le *Hieracium oreites* Arv.-T. (Dauphiné, Savoie, Italie) et le *H. Schleicheri* Arv.-T. (qui devient, un peu plus tard, le *H. sixtinum* Arv.-T. et Briq.).

Il étudie aussi les *Hieracium* de l'herbier Delessert qui sont l'objet, en 1897 et en 1902, de deux publications ; nous avons vu plus haut qu'il avait commencé, à Genève même, en 1880, l'étude de cet herbier, étude fructueuse surtout pour la connaissance du sous-genre *Stenotheca.* Il étend à nouveau les données déjà acquises sur ce groupe dont le *H. staticæfolium* de Villars est à peu près le seul représentant en Europe. Il examine des formes de *Stenotheca* nouvelles ou encore peu connues provenant du Vénézuéla, du Pérou, du Chili, du Mexique, de la Bolivie, de l'Arizona, de l'Orégon, etc., et il est amené à créer dans ce sous-genre et dans la section *Pulmonariæformia* les deux groupes *Crepidisperma* et *Genuina,* et à établir la section nouvelle des *Cynoglossoidea* sur son *Hieracium cynoglossoides* de 1881, qu'il retrouve de nouveau dans des échantillons provenant de l'Orégon. Dans sa première révision, il avait été amené, nous l'avons dit, à introduire sous le nom de *Mandonia* un genre nouveau; l'étude actuelle qu'il en fait sur le primitif *H. stachoideum* Arv.-T. et sur le nouveau *H. bolivense* Arv.-T. l'engage à ne considérer les *Mandonia* que comme une section des *Stenotheca.* Dans le sous-genre *Archieracium,* il crée le groupe *Scapigera* dans sa section des *Heterodonta,* et parmi les espèces nouvelles qu'il est amené à décrire, citons particulièrement le *Hieracium sublanatum* Arv.-T. (qui devient plus tard le *H. Perrierii* Arv.-T., belle espèce du Jura, de la Savoie, du Piémont), le *H. Chamæpicris,* espèce du premier ordre, endémique, des Pyrénées et de l'Espagne ; le *H. pilisetum* Arv.-T., recueilli par Balansa (plantes d'Orient, 1886) et le *H. Chondrillæflorum* Arv.-T., plante remarquable de Thessalie, dant le port, les feuilles, les fleurs, l'aspect général rappellent beaucoup le *Chondrilla juncea.*

(A suivre.)

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

Elfving, Fr. — **Untersuchungen über die Flechtengonidien.** (Recherches sur les gonidies des Lichens) — *(Acta Societatis Scientiarum Fennicæ,* Tome XLIV, n° 2. Helsingfors, 1913; avec 8 planches).

Ce Mémoire débute par un historique très détaillé et très intéressant où l'on voit, entre autres, que dès 1799, Ventenat se demandait si les *Collema* et d'autres Lichens n'étaient pas des Nostocs altérés. Ensuite vient l'exposé des recherches personnelles d'Elfving qui ont porté sur quatre groupes de Lichens :

1° Lichens ayant des gonidies qu'on rapporte au genre *Cystococcus : Parmelia furfuracea.*

2° Lichens ayant des gonidies qu'on rapporte au genre *Trentepohlia : Arthonia radiata.*

3° Lichens ayant des gonidies qu'on rapporte au genre *Stigonema : Ephebe frutescens.*

4° Lichens ayant des gonidies qu'on rapporte au genre *Nostoc : Peltidea aphtosa, Nephroma arcticum, Peltigera canina.*

Autrefois Elfving admettait la théorie bien connue de Schwendener d'après laquelle le Lichen n'est pas un être unique, mais la symbiose d'un Champignon et d'une Algue. Ses observations personnelles (simples observations, d'ailleurs, sans intervention expérimentale), l'ont amené à avoir des doutes sur cette théorie.

A la planche I, il donne un certain nombre de figures très claires sur lesquelles on voit des gonidies vertes accrochées à des hyphes filamenteux d'une manière qui rappelle en quelque mesure la disposition des spores externes de beaucoup de Champignons. La gonidie serait un organe d'assimilation produit par l'hyphe et non un être distinct.

Une telle conclusion peut surprendre étant donné les nombreuses expériences de Möller et Tobler, Baranetzky et Famintzine, Gaston Bonnier, Miss Acton, etc... qui semblent montrer avec tant d'évidence la dualité du Lichen.

Elfving pense que ces nombreux résultats, qui sont en contradiction avec son interprétation, s'expliquent de la manière suivante : Dans les expériences de synthèse de Lichen, le Champignon, mis en contact avec l'Algue, l'envelopperait, la digérerait, et plus tard, de lui-même, produirait des gonidies qui rappelleraient l'Algue par l'aspect, mais n'auraient aucun rapport d'origine avec elle. Dans les cultures du Champignon seul, telles que Möller et Tobler les ont pratiquées, les gonidies n'apparaîtraient pas, simplement parce que les conditions ne sont pas favorables...

Elfving donne en effet quelques figures montrant une gonidie attachée à une hyphe, et ayant bien l'air d'être produite par elle ; pourtant le même aspect peut être produit par le contact qui s'établit entre une hyphe et une Algue prise en culture pure.

D'autre part, les expériences très curieuses de Gaston Bonnier qui a obtenu des Lichens composites ayant pour gonidies des Algues d'espèces différentes, ne s'expliqueraient pas si la gonidie était produite par l'hyphe. Elfving ne considère pas d'ailleurs la question comme définitivement résolue, il n'a pu suivre les premiers stades de l'apparition de la gonidie et si l'élément vert du Lichen était bien un simple organe, il faudrait indiquer comment il se forme.

Il faut remarquer que Elfving n'a fait aucune expérience et que pour établir sa manière de voir, il faudrait démontrer qu'en semant des spores de Lichen en culture pure, les filaments issus de la germination de ces spores donnent naturellement naissance à des gonidies.

Il était utile de noter le curieux Mémoire du savant botaniste finlandais, mais il ne décidera aucun lecteur à abandonner la théorie classique de Schwendener.

Jean Friedel

R. Hickel. — **Graines et plantules des arbres et arbustes indigènes communément cultivés en France.**

J'ai antérieurement rendu compte, dans cette Revue, d'un trèsimportant travail de M. Hickel « Graines et plantules des arbres et arbustes indigènes communément cultivés en France ». Jusqu'ici la première partie seule avait paru, celle relative aux Conifères. M. Hickel nous en donne une seconde, relative aux Dicotylédones.

Par son étendue cette seconde partie est plus importante que la première. Par le soin et le détail avec lesquels le sujet est traité, elle répond complètement à ce que l'on attendait de l'auteur. Ici encore on peut avoir confiance complète dans les données de M. Hickel. « Je n'ai décrit, dit-il, que des graines et des plantules que j'avais sous les yeux, et dont j'ai exécuté moi-même tous les dessins ».

Comme le premier volume, le second est divisé en deux parties dont la première traite des graines, la seconde des plantules. Le tout est décrit avec un soin minutieux et une grande précision. De très nombreux dessins complètent et illustrent le texte.

Pour les genres importants M. Hickel ajoute à ses descriptions des clés dichotomiques permettant la détermination des espèces. C'est ainsi qu'il y a un tableau permettant de déterminer les espèces de *Quercus* à l'aide des glands et des cupules. Pour le genre *Carya* M. Hickel en donne même deux : l'un permet de déterminer les noix « pourvues de leur brou », l'autre les noix « sans le brou ». Il y a de même des tableaux pour les genres *Ulmus, Magnolia, Acer, Fraxinus, Sambucus,* etc., un aussi pour la détermination des genres de Légumineuses.

La plus originale des deux parties est certainement la seconde, car jusqu'ici personne ne s'était avisé de grouper un aussi grand nombre de germinations et de décrire les plantules. L'auteur indique avec beaucoup de soin les cas où les feuilles des jeunes plantes ou feuilles primaires diffèrent des feuilles de la plante adulte *(Robinia, Fraxinus, Sambucus, Vitex, Sorbus,* etc). Ici encore des tableaux synoptiques permettent de déterminer d'après seulement leurs cotylédons et leurs feuilles primaires, les principales Légumineuses, les diverses espèces d'Acer, etc.

L'auteur termine par un tableau général où tous les genres étudiés peuvent être déterminés d'après les mêmes éléments : cotylédons et feuilles primaires quand il en existe.

Ce travail est donc une contribution des plus importantes à l'étude d'un sujet fréquemment négligé, l'étude des premiers états de développement des plantes. On laisse de côté ces états de jeunesse surtout pour les arbres et arbustes que l'on n'examine guère qu'à l'état adulte et dont, pour bien des espèces, les germinations sont difficiles à provoquer. Il faut féliciter l'auteur des résultats qu'il a su obtenir, résultats qui augmentent nos connaissances d'abord, et qui, ensuite, apportent des documents nouveaux sur les affinités des diverses espèces d'un même genre, ou même de certains genres entre eux.

Léon DUFOUR.

CHRONIQUES ET NOUVELLES

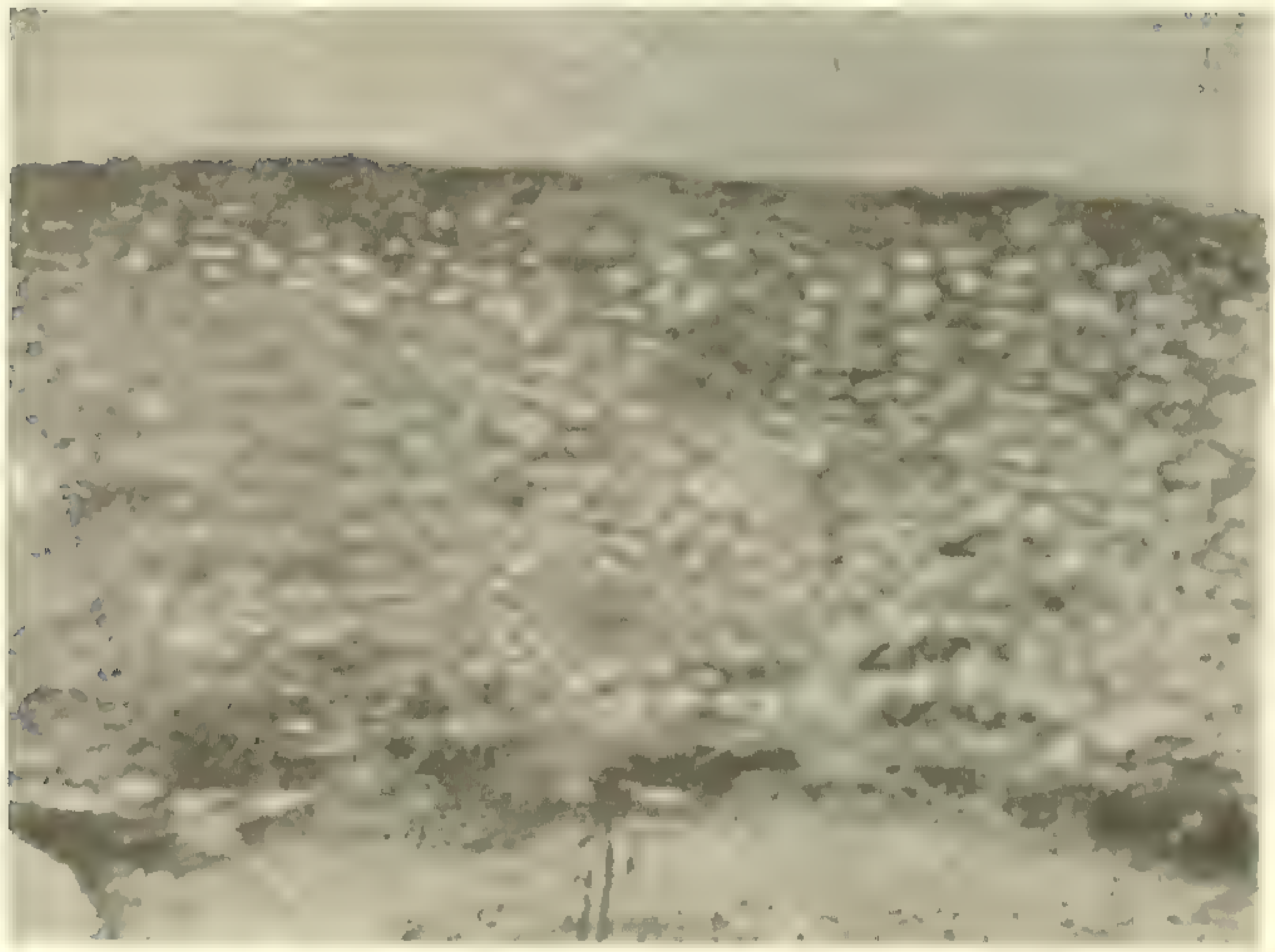
On annonce le décès de M. FERNAND GUÉGUEN, Professeur de Botanique à l'École Nationale d'Agriculture de Grignon. On connaît l'intéressant Mémoire qu'il avait publié sur l'Anatomie du tissu conducteur du style et du stigmate chez les Phanérogames. Depuis la publication de ce travail, les recherches de M. GUÉGUEN avaient eu surtout pour objet la Cryptogamie ; ces études sont nombreuses et variées. On peut citer, entre autres ouvrages : ses « Recherches sur les organes mycéliens des solutions pharmaceutiques » et « Les Champignons parasites de l'homme et des animaux. »

Né le 25 juillet 1872 à Loudéac, il est mort sur sa terre natale, à Pors-Don (Côtes-du-Nord), dans ce séjour où il aimait tant s'isoler pour son travail, pendant les vacances.

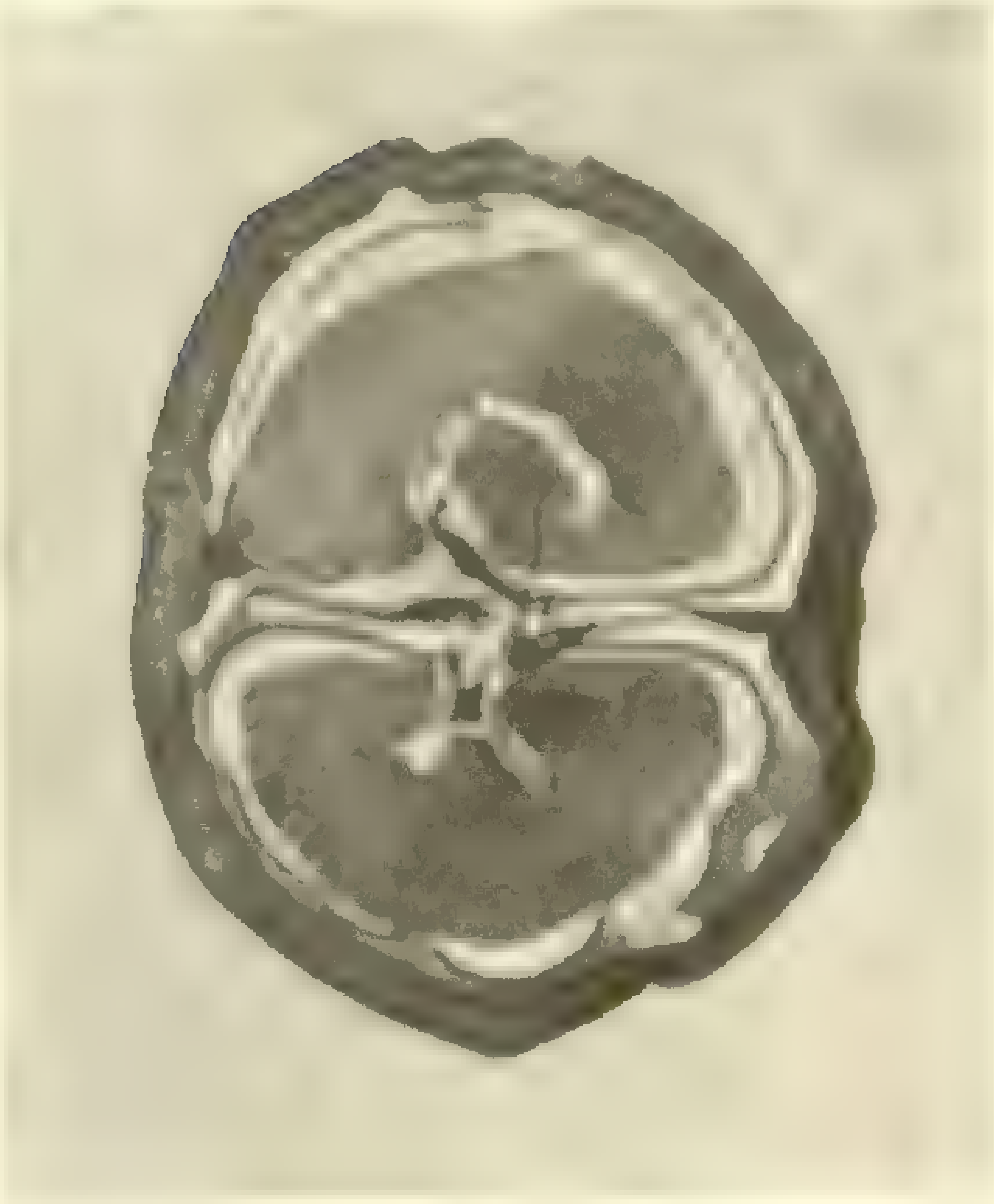
⁂

MM. LACOSTE et CHAILLOT ont soutenu avec succès leurs thèses de Doctorat-ès-sciences devant la Faculté des sciences de Paris ; le premier sur les Papilionacées de Madagascar, le second sur les tiges souterraines et les stolons des Labiées.

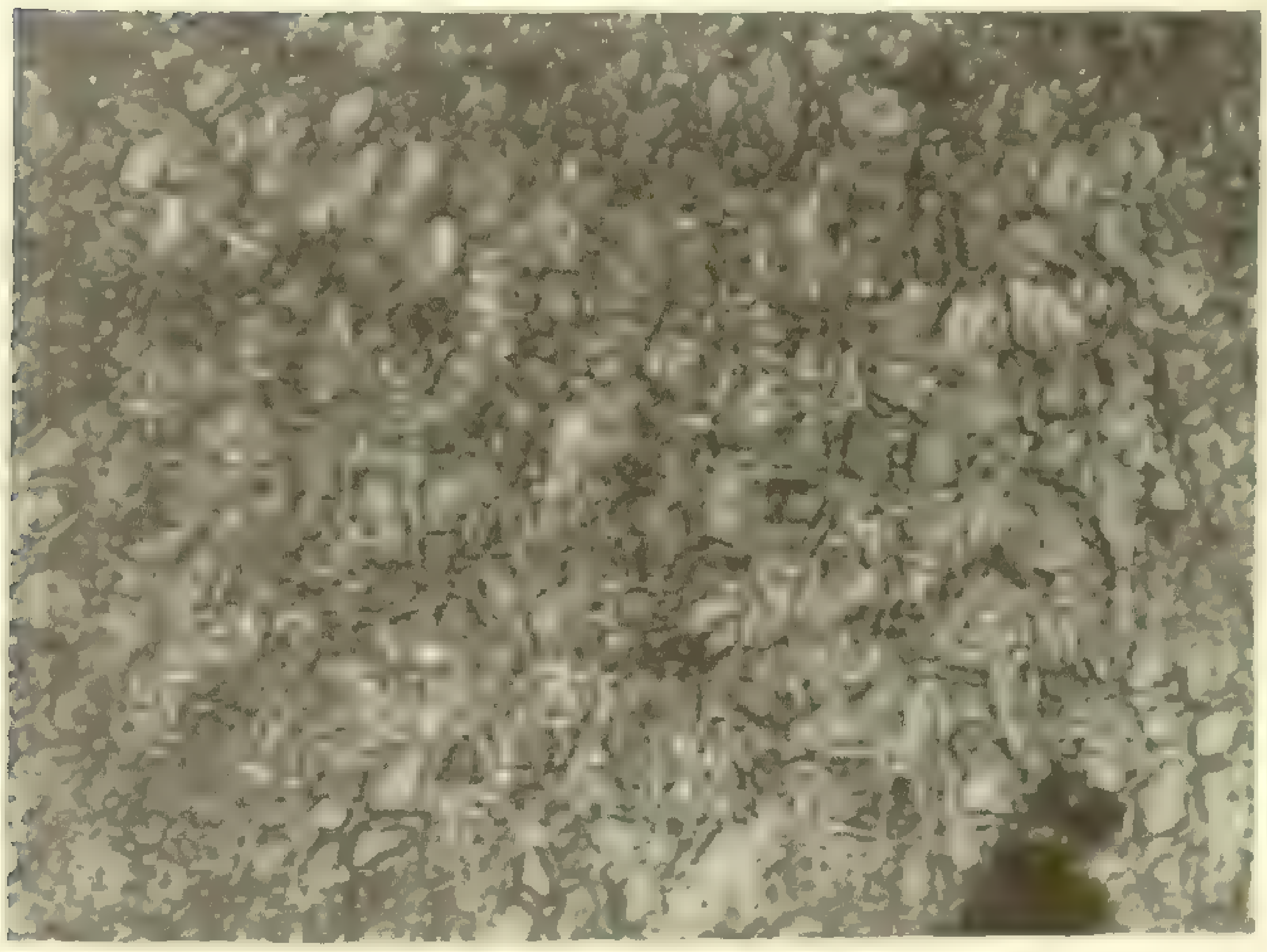
Nemours. — Imp Henri BOULOY. *Le Gérant :* Henri BOULOY.



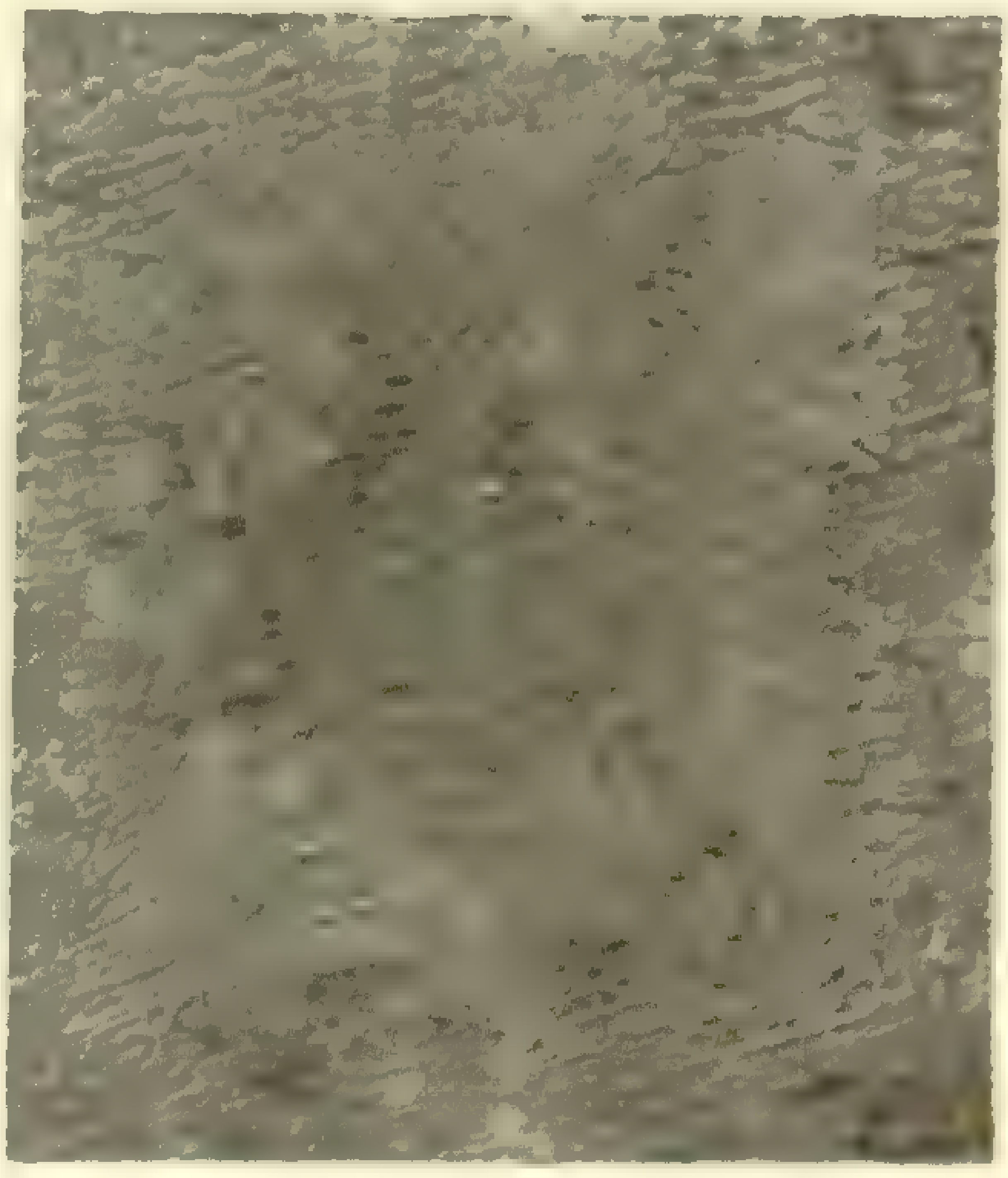
III



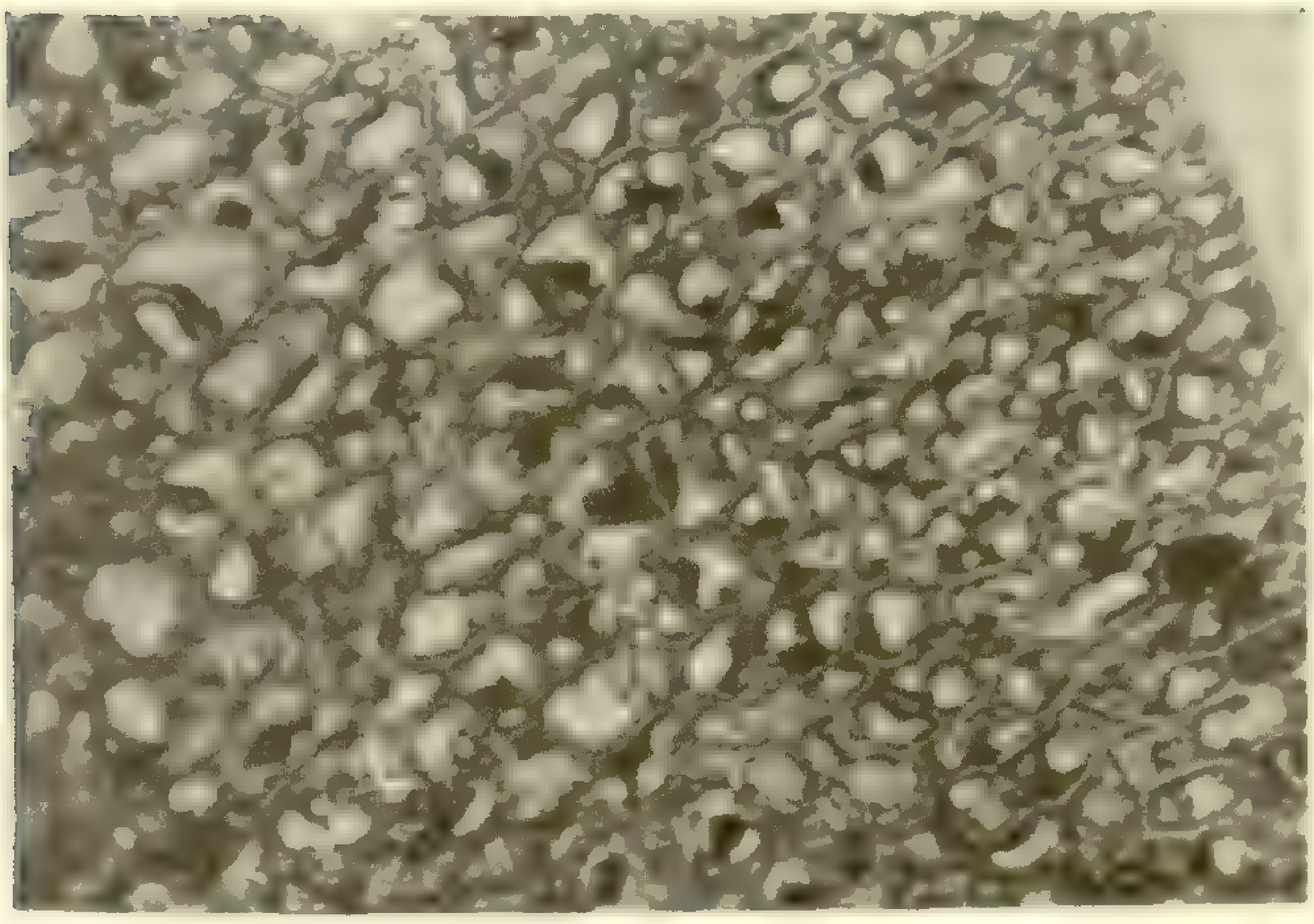
II



XV



IV

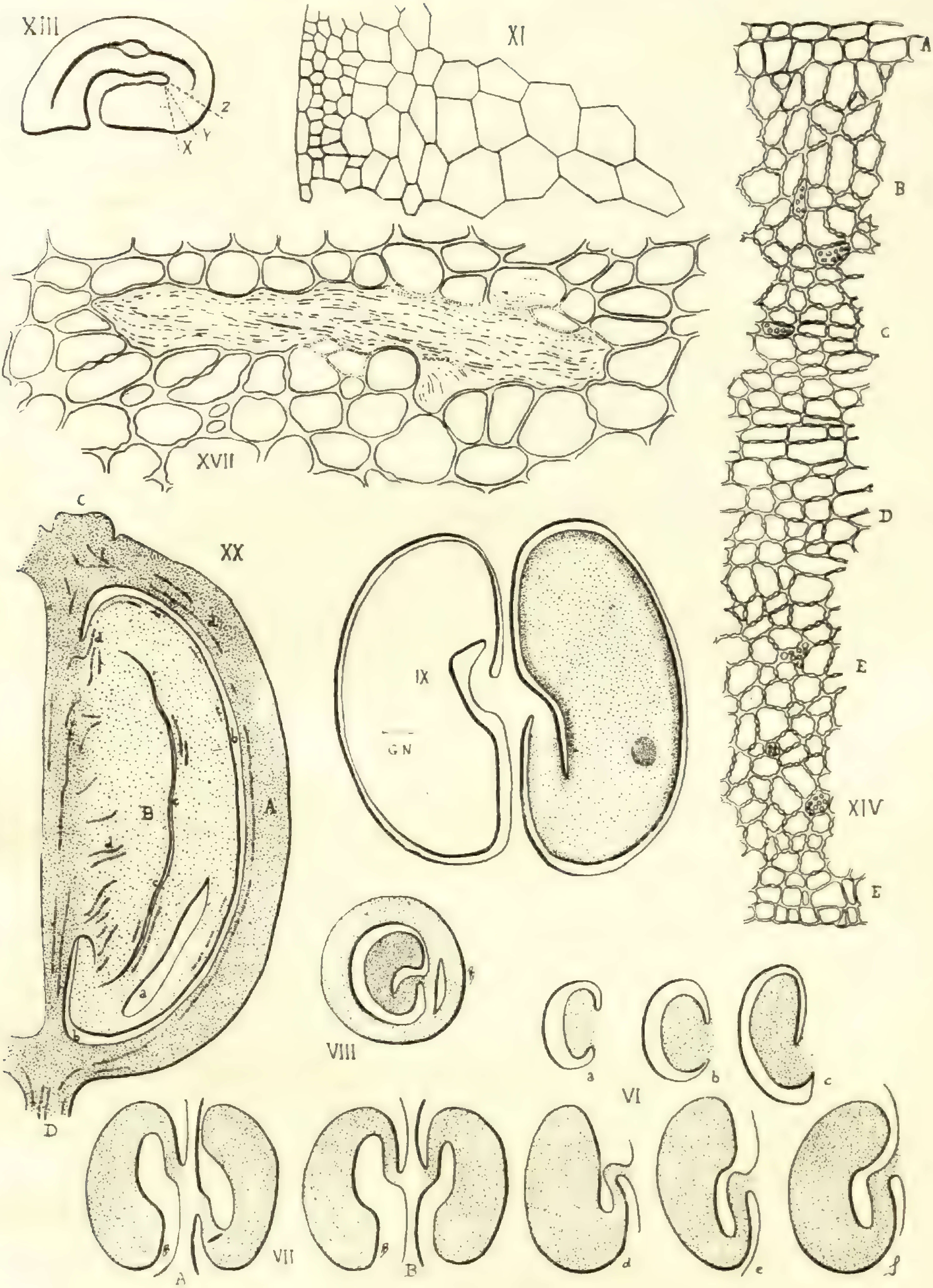


XVI

XII

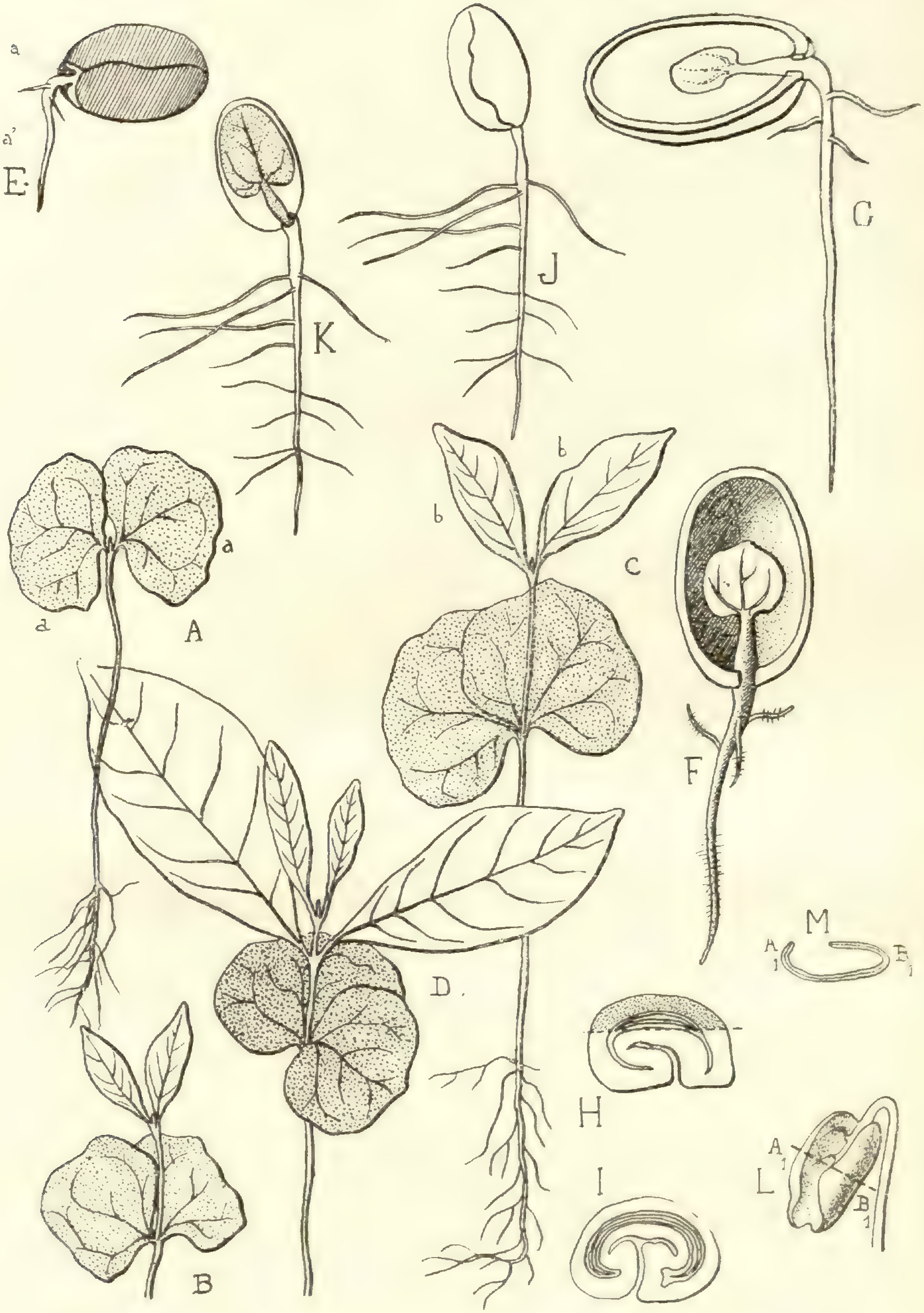
L. Sauvage, phot. [illegible]

Fruit du Dattier. I


XIII
Z
Y
X
XI
A
B
C
D
E
XIV
E
XVII
C
XX
A
B
a
b
D
IX
GN
VIII
VI
a
b
c
VII
A
B
d
e
f

A. Berteau, del. Bertin et C^ie, sc.

Fruit du Caféier. II.


a
a'
E
K
J
G
A
a
a
C
b
b
F
M
A1
B1
D.
H
I
A1
L
B1
B

A. Berteau, del.

Bertin et Cie, sc.

Germination du Caféier.

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME VINGT-SEPTIÈME

Livraison du 15 Juin 1915

N° 318

Entered at the New-York Post Office
as Second Class matter

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
1, RUE DANTE, 1
1915

LIVRAISON DU 15 JUIN 1915

I. — NOUVELLES RECHERCHES SUR LES CARACTÈRES CHIMIQUES ET HISTOLOGIQUES DU RADIS CULTIVÉ EN PRÉSENCE DE SUCRES, par **M. Marin Molliard** 161

II. — ARVET-TOUVET, BOTANISTE DAUPHINOIS, ET SON ŒUVRE *(suite)*, par **M. Marcel Mirande** 169

III. — NOTES BIBLIOGRAPHIQUES 191

IV. — CHRONIQUES ET NOUVELLES. 192

Cette livraison renferme 2 figures dans le texte
et les planches suivantes :

Planche 4. — *Tubercules de Radis.*
Planche 5. — *Tubercules de Radis.*

Pour tout ce qui concerne les Annonces, s'adresser à M. l'Administrateur de la Librairie générale de l'Enseignement, 1, rue Dante, Paris (V^e^).

NOUVELLES RECHERCHES
SUR LES
CARACTÈRES CHIMIQUES ET HISTOLOGIQUES DU RADIS CULTIVÉ EN PRÉSENCE DE SUCRES

par M. Marin MOLLIARD

J'ai montré dans un travail antérieur (1) comment des sucres, tels que le glucose, mis directement à la disposition des racines d'une plante supérieure sont capables, lorsqu'on les emploie à des concentrations suffisantes, de modifier la nature des réserves du végétal ; toute une série de caractères morphologiques subit en même temps d'importantes modifications ; c'est ainsi que le tissu palissadique apparaît comme particulièrement influencé par de tels changements de nutrition ; je ne reviendrai pas sur ces faits qui sont définitivement acquis, mais j'ai pensé qu'il était utile de compléter l'étude des transformations qui s'observent lors de la nutrition saprophytique du Radis : 1° en ce qui concerne la nature et la teneur des sucres contenus à l'intérieur de la plante développée en présence de solutions sucrées de concentrations variées ; 2° en ce qui a trait aux variations concommittantes des substances azotées ; 3° relativement à certains caractères anatomiques des tubercules.

Analyse des substances sucrées.

Elle a été réalisée pour les feuilles et les tubercules de Radis qui se sont développés les uns en pots dans une serre froide ou en pleine terre dans des conditions ordinaires, les autres d'une manière aseptique dans des tubes contenant de la ponce imbibée d'une solution nutritive ; celle-ci n'était autre chose que la solution minérale de Knop additionnée soit de 5 °/₀ ou 10 °/₀ de glucose, soit de 10 °/₀ ou 15 °/₀ de saccharose ; une autre série correspond à des cultures effectuées en présence de 10 °/₀ de glucose dans des tubes qui ont été hermétiquement fermés par un bouchon de caoutchouc aseptisé ; j'ai montré précédemment que dans ces conditions la suppression de l'assimilation chlorophyllienne entraîne une absorption plus considérable de sucre. Tous les lots correspondaient à une même race de Radis, dite *rond rose à bout blanc*.

---

(1) M. Molliard. Action morphogénique de quelques substances organiques sur les végétaux supérieurs. *Rev. gén. Bot.*, 1907, **19**, **241**.

Les matériaux, feuilles bien vertes ou tubercules, ont été traités par de l'alcool absolu bouillant en présence d'un peu de carbonate de calcium destiné à neutraliser le liquide ; celui-ci a été filtré, puis les matériaux pulvérisés ont été épuisés par de nouvelles quantités d'alcool de tous les sucres solubles dans ce réactif. Les différents liquides alcooliques ont été évaporés dans le vide et réduits à un petit volume qui était ensuite étendu d'eau et déféqué à l'acétate de plomb ; on procédait au dosage des sucres réducteurs avant et après hydrolyse par l'acide chlorhydrique à 8 °/₀ agissant au bain-marie bouillant pendant une heure ; la première analyse donnait la quantité de sucres réducteurs, exprimée en glucose, qui se trouvait dans les organes, la seconde permettait d'évaluer dans quelle proportion s'élevait le pouvoir réducteur du fait de l'hydrolyse de disaccharides, tels que le saccharose et le maltose. J'ai supposé dans les tableaux qui suivent que l'hydrolyse ne porte que sur des sucres qui ne sont pas par eux-mêmes réducteurs (saccharose) et j'ai par suite rapporté les résultats de la première analyse uniquement à des monosaccharides réducteurs primitivement libres ; la différence entre les deux dosages successifs exprime donc en glucose la teneur des organes en sucres non réducteurs.

Les matériaux épuisés par l'alcool ont ensuite été traités par l'eau bouillante, puis par un volume connu de liquide provenant de la macération de malt ; on laissait agir 48 heures à la température de 36° en présence de 1 °/₀ de fluorure de sodium ; on traitait ensuite le liquide par l'acide chlorhydrique à 8 °/₀, dans les mêmes conditions que précédemment, pour achever la transformation du maltose en glucose ; une expérience témoin permettait de déterminer la quantité de sucres réducteurs provenant du liquide d'extraction de l'amylase. On pouvait de la sorte évaluer en glucose l'amidon et les dextrines contenus dans les organes ; dans d'autres dosages j'ai cherché à évaluer séparément les dextrines et l'amidon et j'ai pu constater que sans grande erreur on pouvait tout rapporter à cette dernière substance et c'est sous son nom que figureront les nombres donnés par l'analyse.

Les résultats obtenus de la sorte, et rapportés à 100 de matières fraîches, sont exprimés par le tableau suivant :

QUANTITÉS DE SUCRES
CONTENUES DANS 100 DE SUBSTANCE FRAICHE DE RADIS

NATURE DES SUCRES		SERRE	PLEINE TERRE	5 °/° DE GLUCOSE	10 °/° DE GLUCOSE	10 °/° DE SACCHAROSE	10 °/° DE GLUCOSE (tubes fermés)	15 °/° DE SACCHAROSE
FEUILLES								
Sucres solubles dans l'alcool	réducteurs...	0,140	0,176	0,155	0,438	0,604	1,105	0,977
	non réducteurs	»	0,032	»	0,195	0,205	1,421	0,500
	Total...	0,140	0,208	0,155	0,637	0,809	2,526	1,477
Amidon.............		»	»	»	»	»	7,407	9,900
Total des sucres.....		0,140	0,208	0,155	0,637	0,809	9,933	11,377
TUBERCULES								
Sucres solubles dans l'alcool	réducteurs...	1,515	1,438	0,716	1,058	»	1,914	2,777
	non réducteurs	0,049	0,164	1,592	1,557	»	1,962	4,260
	Total...	1,564	1,602	2,308	2,615	»	3,876	7,037
Amidon.............		»	»	1,603	3,050	»	5,615	11,111
Total des sucres.....		1,564	1,602	3,911	5,665	»	9,491	18,148

Le nombre correspondant à la quantité totale de sucres contenus dans les tubercules de Radis cultivé dans les conditions normales est de l'ordre de celui qui est rapporté par Wehmer (1) ; on voit que cette quantité augmente régulièrement avec la concentration du liquide nutritif et qu'en même temps la polymérisation est plus intense ;

---

(1) Wehmer. Die Pflanzenstoffe. Jena, 1911, p. 259.

c'est ainsi que le rapport des sucres solubles dans l'alcool et non réducteurs à l'ensemble des sucres solubles dans l'alcool croît avec la concentration du milieu ; de plus la quantité d'amidon augmente avec la richesse du liquide en sucre ; enfin nous retrouvons par voie d'analyse chimique la notion du *rhizome aérien* se constituant en tubes hermétiquement fermés en présence de glucose à 10 °/₀ ; les feuilles contiennent en effet 7 °/₀ d'amidon alors qu'elles en sont dépourvues pour le même milieu nutritif lorsque le tube est fermé par de l'ouate ; dans le cas de ces tubes fermés par un bouchon de caoutchouc les tubercules sont très petits, allongés, fusiformes, la tubérisation de la région hypocotylée n'étant pas sensiblement plus intense que celle qui s'opère au-dessus des cotylédons.

La quantité d'amidon (11 °/₀) qui se constitue dans les tubercules développés en présence de 15 °/₀ de saccharose est de l'ordre de celle qui existe dans les tubercules de Pomme de terre, comme nous l'avait déjà fait pressentir l'étude microscopique. Tous ces faits s'expliquent aisément par l'existence de phénomènes de polymérisation limités par une réaction inverse, l'équilibre étant déterminé par une certaine concentration en sucres simples.

Analyse des substances azotées.

Ces différences frappantes dans la teneur en sucres ont-elles une répercussion sur les autres subtances contenues dans les cellules ? J'ai cherché à répondre à cette question en ce qui concerne l'ensemble des matières azotées ; à cet effet j'ai dosé dans les feuilles des plantes précédemment étudiées l'azote total et l'azote protéique, la différence entre les deux nombres obtenus constituant ce que l'on désigne sous le nom d'azote soluble ; les résultats des analyses sont consignés dans le tableau qui suit, où j'ai inscrit en même temps les poids de matière sèche pour 100 de matière fraîche et rappelé les quantités de sucre total ; les matériaux utilisés avaient été conservés à l'abri de l'humidité après dessiccation à 35°.

On voit que la quantité d'azote total, rapportée à 100 de matière fraîche, augmente légèrement en même temps que la proportion de sucres contenus dans les feuilles ; cette augmentation est particulièrement sensible lorsqu'on passe pour le liquide nutritif d'une concentration de 5 °/₀ de glucose à une concentration de 10 °/₀ ; à

QUANTITÉS D'AZOTE PROTÉIQUE ET D'AZOTE SOLUBLE
CONTENUES DANS LES FEUILLES DE RADIS

DIFFÉRENTES SUBSTANCES ANALYSÉES	PLEINE TERRE	GLUCOSE A 5 °/₀	GLUCOSE A 10 °/₀	SACCHAROSE A 10 °/₀	GLUCOSE A 10 °/₀ (tubes fermés)
POIDS RAPPORTÉS A 100 DE MATIÈRE FRAICHE					
Poids de la matière sèche...	9,35	6,36	11,25	9,82	21,64
Sucre total..................	0,140	0,155	0,637	0,754	9,933
Azote protéique............	0,345	0,253	0,365	0,333	0,311
Azote soluble...............	0,126	0,089	0,153	0,179	0,200
Azote total..................	0,471	0,342	0,518	0,512	0,511
POIDS RAPPORTÉS A 100 DE MATIÈRE SÈCHE					
Sucre total..................	1,49	2,44	5,66	7,67	45,90
Azote protéique............	3,578	3,978	3,244	3,391	1,436
Azote soluble...............	1,348	1,399	1,364	1,823	0,925
Azote total..................	4,926	5,377	4,608	5,214	2,361
Azote soluble pour 100 d'azote total..........	27	26	29	35	39

partir de ce point la teneur en azote total reste la même quelle que soit la quantité de sucre qui s'accumule dans la plante ; ce n'est donc que pour des concentrations variant de 5 à 10 °/₀ que le glucose favorise l'assimilation de l'azote, sans qu'il y ait d'ailleurs proportionnalité entre les deux sortes de subtances.

Si on établit le rapport existant entre l'azote soluble et l'azote total on voit qu'il augmente légèrement avec les quantités de sucres absorbées, mais sans qu'il y ait encore proportionnalité entre les deux phénomènes.

Caractères histologiques des tubercules.

Je n'ai pas l'intention de revenir sur les nombreux caractères de morphologie tant interne qu'externe qui sont caractéristiques des plantes cultivées en présence de sucres donnés à diverses concentrations, mais je désirerais signaler quelques particularités présentées à cet égard par les tubercules du Radis.

Mieux que toute description les photographies des planches 4 et 5 donneront une idée de l'allure histologique des tubercules qui se sont développés en terre dans des conditions ordinaires (Pl. 4, fig. 1) ou dans des solutions aseptiques de glucose à 10 °/₀ (Pl. 4, fig. 2) et de saccharose à 10 °/₀ (Pl. 5). Dans le premier cas il y a une séparation très nette entre le parenchyme secondaire qui est très peu riche en vaisseaux et une zone relativement étroite correspondant à l'assise génératrice et aux faisceaux libéro-ligneux externes, ceux qui sont de beaucoup les plus importants.

On ne voit rien de tel dans les tubercules développés en présence de 10 °/₀ de glucose ; tout le parenchyme secondaire interne reste très nettement aligné dans le sens radial et il s'y est constitué dans toute son épaisseur des faisceaux vasculaires.

Enfin les photographies de la planche 5 représentent des coupes transversales pratiquées dans une région homologue des précédentes d'un tubercule nourri avec une solution contenant 10 °/₀ de saccharose ; si ce tubercule est sensiblement plus riche en amidon que celui qui s'est développé sur ponce imbibée d'une solution contenant 10 °/₀ de glucose, cela tient à ce qu'il s'est constitué dans un milieu rendu solide par l'addition de 1,5 °/₀ de gélose et que la stérilisation opérée à 120° a transformé en grande partie le saccharose en sucre interverti ; le tubercule s'est alors formé à l'intérieur même du milieu nutritif et a absorbé dans ces conditions plus de sucre qu'en présence de ponce ; sur l'une des coupes (fig. 4) l'amidon a été coloré par l'iode alors que sur la coupe de la fig. 3 les grains d'amidon non colorés, et par suite peu visibles, masquent moins la structure anatomique de l'organe. On voit que les éléments vasculaires sont également abondants en profondeur ; leur constitution histologique est assez différente de celle qui est réalisée dans les tubercules normaux et mérite de nous retenir.

Si l'on étudie un faisceau ligneux périphérique d'un tubercule développé dans la terre on constate (fig. 1) qu'il est constitué par des vaisseaux *v* à section polygonale, entourés de nombreuses fibres dont la membrane prend les mêmes colorants que celle des vaisseaux ; si on dissocie ces fibres par la méthode de Schultze on voit qu'elles sont constituées par des cellules allongées et présentant à leurs deux extrémités de un à trois prolongements effilés *(f.)* par lesquels les divers éléments s'engrènent les uns à la suite des autres.

La région correspondante des tubercules amylacés (fig. 2) présente des vaisseaux à contours moins anguleux et à section plus réduite ; les éléments qui les entourent ne fixent plus les colorants de la lignine ; ils contiennent des grains d'amidon et, dissociés, présentent toutes les transitions entre la forme des fibres précédemment décrites et celle de cellules ovoïdes, allongées, sans aucun prolongement *(p.)* ; comme structure intermédiaire on observe des éléments amylacés légèrement pointus à leur extrémité qui reste d'ailleurs toujours simple.

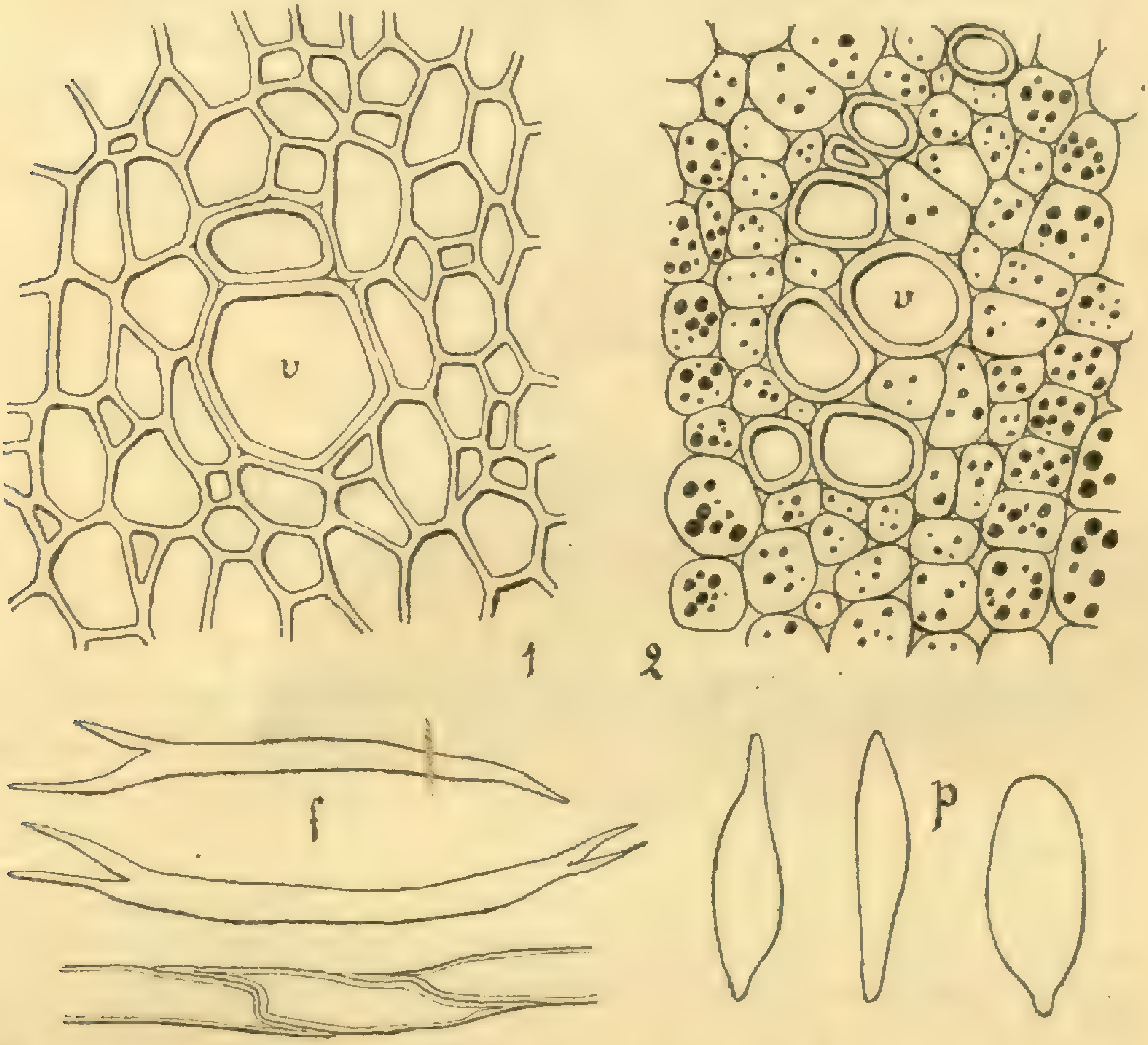


Fig. 1 et 2. — Coupes transversales de régions ligneuses de tubercules de Radis, l'un (fig. 1) cultivé en terre, l'autre (fig. 2) développé en présence d'une solution de saccharose à 10 °/₀ (Gross. 380).
f. éléments fibreux du premier tubercule ; *p.* éléments homologues du second. (Gross. 140).

Voilà donc des éléments homologues qui, suivant les conditions de nutrition auxquelles ils sont soumis, donnent naissance soit à des cellules de forme très spéciale, possédant une membrane lignifiée et à ponctuations très accentuées, ou bien à des cellules de parenchyme dont la membrane reste relativement mince et cellulosique, dont la forme est très simplifiée et qui constituent un tissu de réserve. Cette double différenciation possible d'une même cellule avait déjà été signalée par Costantin (1) dans son étude comparative des tiges aériennes et souterraines ; nous voyons par nos recherches que la cause immédiate de ces transformations réside dans la quantité de sucre qui arrive à la cellule considérée.

(1) Costantin. Etude comparée des tiges aériennes et souterraines de Dicotylédones. *Ann. Sc. Nat. Bot.*, 6e Série, 1883, **16**, 1-170.

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE 4

Coupes transversales de tubercules de Radis cultivés l'un (1) en pleine terre, l'autre (2) sur une solution de glucose à 10 °/₀ imbibant de la ponce.

PLANCHE 5

Coupes transversales de Radis développés sur une solution de saccharose à 10 °/₀ rendue solide par l'addition de gélose. La coupe (4) a été traitée par l'iode qui colore l'amidon.

Toutes ces coupes ont été colorées au violet de gentiane et à l'hématoxyline. (Grossissement = 45 diam).

ARVET-TOUVET
BOTANISTE DAUPHINOIS
ET SON ŒUVRE

par M. Marcel **MIRANDE**

(suite)

⁂

Dans cette période de vingt années, où il étudie les *Hieracium* de nombreuses régions du monde, les espèces des Pyrénées et d'Espagne font l'objet de la prédilection d'Arvet-Touvet. L'examen des nombreux *exsiccata* qu'on lui envoie, des échantillons que lui communiquent ses correspondants lui sont, dans cette étude, d'un précieux secours, mais insuffisant cependant pour l'étude sérieuse qu'il veut faire de ces contrées où il soupçonne des richesses inouïes en fait d'Épervières. Il prévoit que l'investigation méthodique de ces régions privilégiées lui fera faire un grand pas vers le but final où tendent les efforts de sa vie scientifique qui est la compréhension de ce genre *Hieracium* si épineux. Le premier botaniste qui ait fait avant lui une étude d'ensemble sérieuse de ces régions est Adolphe Scheele. Cet auteur, invité par son ami Maurice Willkomm à traiter le genre *Hieracium* dans son *Prodromus Floræ hispanicæ* en collaboration avec Jean Lange, publia, en 1862 et 1863, un *Revisio Hieraciorum hispanicorum et pyrenaicorum* (1). Arvet-Touvet juge que, malgré cette importante contribution, cette étude des Pyrénées est à reprendre par la base ; que ni Scheele, ni Willkomm, ni Freyn qui s'est occupé aussi de cette question, n'étaient assez compétents en cette matière spéciale ; que tous ces auteurs n'ont pas donné la vingtième partie des *Hieracium* espagnols. Fries, avant eux, n'avait pu se procurer de ces régions que quelques très rares espèces et formes qu'il n'a jamais pu étudier que superficiellement sur des échantillons trop rares et trop incomplets. On trouve toutes ces appréciations dans la correspondance d'Arvet-Touvet.

---

(1) Adolf Scheele, in *Linnæa*, t. XXXI, 1862, et t. XXXII, 1863. Cet important travail a été traduit du texte latin et allemand par l'abbé Ed. Marçais (*Revue de Botanique*, t. II, 1883-1884).

Arvet-Touvet et Gaston Gautier vont donc reprendre, d'une manière active et méthodique, l'étude des Épervières d'Espagne et des Pyrénées. Dans cette collaboration des deux botanistes, Gaston Gautier, qui habite dans le voisinage de ce champ d'exploration, prend surtout pour sa part les explorations botaniques pour la recherche des matériaux ; il entreprend de très fréquents voyages, parfois seul, mais très souvent accompagné d'autres botanistes comme l'abbé Coste et Marcailhou d'Ayméric. A de nombreuses reprises, le botaniste de Gières se joint à lui, et nous pouvons citer, parmi ces voyages en commun et les plus fructueux, ceux de 1896, 1898, 1899, 1902, 1903. En même temps, ils excitent tous les botanophiles de leur connaissance à les aider dans la récolte des *Hieracium* de ces régions ; parmi eux, le Fr. Sennen et l'abbé Soulié se fon remarquer par leur empressement dévoué et sagace. Poussant plus loin son zèle, Gaston Gautier envoyait à ses frais, dans les montagnes, des explorateurs qui récoltaient des *Hieracium* pendant des mois entiers. De cet amoncellement énorme de matériaux pendant presque vingt ans sont sortis la matière principale des deux mémoires d'Arvet-Touvet et Gaston Gautier de 1894 et de 1905 et des échantillons en quantité considérable pour la constitution du *Hieraciotheca*. Le savant botaniste qu'était Gaston Gautier n'avait pas la prétention d'être suffisamment compétent en matière d'*Hieracium* ; aussi toute la partie scientifique de la collaboration appartient-elle à Arvet-Touvet. Mais il est incontestable que c'est Gaston Gautier qui a assuré le succès de l'œuvre commune, par son activité et par les ressources de sa fortune.

La lecture de la correspondance d'Arvet-Touvet, particulièrement celle des lettres adressées à Gaston Gautier et à Belli, montre combien cette étude des *Hieracium* pyrénéens l'intéressait, quel enthousiasme elle soulevait en lui. Cet enthousiasme s'accroissait à mesure que, par suite de la richesse même et de la profusion des formes qu'il trouvait et aussi de l'uniformité des caractères spécifiques, grandissait la difficulté de saisir l'enchaînement, l'harmonieuse structure du genre.

Détachons cette phrase d'une lettre adressée à Belli le 21 septembre 1903, au retour d'un de ses voyages aux Pyrénées :

> Nous avons fait, comme toujours, dans cette région privilégiée, de très belles récoltes! Quel superbe et incomparable genre! Mais combien peu connu et combien difficile à débrouiller!! Je crains qu'il ne reste toujours, ou du moins fort longtemps encore, comme le Sphinx, une énigme indéchiffrable pour tous les botanistes, ou du moins pour la très grande majorité.

Dès les premiers temps de leurs investigations dans le domaine pyrénéen et espagnol, Arvet-Touvet et Gaston Gautier étaient frappés de son extrême richesse, à peine entrevue avant eux, en espèces, formes et variétés. Les Pyrénées leur semblent plus riches que les Alpes, et les autres régions de l'Europe ne peuvent pas se comparer avec ces deux principaux centres de dispersion du genre. Les sections plus particulièrement représentées dans les Pyrénées sont les *Pseudocerinthoidea* et surtout les *Cerinthoidea* qui constituent un des plus vastes groupes du genre et très peu représenté dans les Alpes. Beaucoup d'espèces sont spéciales à ces montagnes. La partie orientale de la chaîne est infiniment plus riche que la partie occidentale. Les parties les plus riches de ce territoire si riche en Épervières semblent être les deux Cerdagne et toute la chaîne, tant française qu'espagnole, qui, partant des Pyrénées-Orientales et de l'Ariège, s'étend jusqu'aux Hautes-Pyrénées Au bout de dix-sept ans de recherches dans ces régions, Arvet-Touvet est convaincu qu'elles recèlent encore une quantité d'espèces remarquables inconnues; au bout de vingt années, il pense que les Basses-Pyrénées et particulièrement la Sierra de Guadarrama où se trouvent de si grandes raretés en fait d'Épervières, et aussi toute la chaîne des Asturies qui s'étend jusqu'au nord du Portugal ont encore bien des secrets à livrer aux hiéraciologues. Il en est de même de bien d'autres parties de ces régions pyrénéennes et espagnoles. L'œuvre d'Arvet-Touvet concernant les *Hieracium* d'Espagne et des Pyrénées, ainsi que le démontrent les publications de cette seconde période, et surtout le *Catalogus* de la dernière période, est très considérable, et il disait cependant, vers la fin de sa vie, qu'elle était encore loin d'être achevée. Effectivement, depuis la mort d'Arvet-Touvet, d'actifs hiéraciologues continuent à fouiller ces régions avec succès, comme Hippolyte Marcailhou d'Ayméric, comme H. Sudre qui apportent fréquemment des contributions nouvelles à leur hiéraciologie.

Il serait bien long d'énumérer les espèces de ces régions auxquelles Arvet-Touvet a attaché son nom, seul ou en collaboration avec Gastion Gautier, durant cette seconde période de son œuvre. Citons cependant, parmi les principales, les espèces suivantes :

Le *Hieracium conizoides* Arv.-T., espèce très remarquable que l'auteur qualifie de *speciosa planta floræ pyrenaicæ decus,* qui croît en certaines stations particulières du Laurenti et dont Arvet-Touvet parle avec enthousiasme dans ses lettres à Gaston Gautier.

Le *H. gymnocerinthe* Arv.-T. et G. Gaut., la plante pyrénéenne par excellence, répandue à profusion dans toute la chaîne, à presque toutes les altitudes ; possède de nombreuses variétés et a donné lieu à des confusions innombrables.

Le *H. Chamæpicris* Arv.-T., qui croît dans toutes les Pyrénées granitiques.

Le *H. eriopogon* Arv.-T., l'espèce la plus distincte de tout le groupe des *Eriocerinthea;* le *H. Neopicris* Arv.-T., endémique dans les Pyrénées orientales françaises et espagnoles.

Citons encore les espèces suivantes :

Les *H. Burserianum* Arv.-T., *Tremolsianum* Arv-T. et G. Gaut., *viduatum* Arv.-T., *coderianum* Arv.-T. et G. Gaut., *malacotrichum* Arv.-T. et G. Gaut., *xatartianum* Arv.-T., *glaucocerinthe* Arv.-T. et G. Gaut., *pardoanum* Arv.-T. et G. Gaut., *inuliflorum* Arv.-T. et G. Gaut., *mixtiflorum* Arv.-T., *rupricaprinum* Arv.-T. et G. Gaut., *pittonianum* Arv.-T. et G. Gaut., *Benthamianum* Arv.-T. et G. Gaut., *macrorhizum* Arv.-T., *Doronicoides* Arv.-T., *castellanum* Arv.-T., *Chrysanthemoides* Arv.-T. et G. Gaut., *Gavarnense* Arv.-T et G. Gaut., *perplexum* Arv.-T., *lanifolium* Arv.-T. et G. Gaut., *chrysoglossum* Arv.-T. et G. Gaut., *mæstum* Arv.-T. et G. Gaut., *thlaspidifolium* Arv.-T. et G. Gaut., etc.

Les espèces les plus nombreuses sont répandues dans les *Cerinthoidea* et présentent une extrême difficulté d'étude. Qu'on en juge par le passage suivant extrait d'une lettre adressée par Arvet-Touvet à son ami Belli, le 1er février 1899 :

> ...... Voici bien des jours que je suis attelé au travail de détermination de nos récoltes du mois de juillet dernier, et si vous étiez auprès de moi, pour constater ma peine, mon embarras, ma complète désorientation au milieu de toutes ces formes, de tous ces échantillons que j'examine et étudie pourtant minutieusement des pieds à la tête, vous ne diriez pas que je connais bien la section *Cerinthoidea !* La vérité est que, à chaque instant, à chaque pas, pour ainsi dire, que je fais dans cette étude, je trouve de nouvelles difficultés à surmonter qui m'absorbent pendant longtemps et mettent à une rude épreuve ma ténacité que je crois pourtant assez grande et surtout une vertu qui n'est pas la mienne — vous devez vous en apercevoir souvent — la patience, dont j'aurais tant besoin et que vous avez mille fois raison de me recommander.

⁂

Les matériaux accumulés par Arvet-Touvet et Gaston Gautier, soit par leurs propres récoltes, personnelles ou en commun, soit par l'aide de leurs nombreux correspondants, leur servent à édifier et à publier les importants *exsiccata* connus sous le nom de *Hieraciotheca Gallica et Hispanica.* Il est intéressant de suivre la genèse de cette œuvre.

Cette œuvre fut la transformation d'un projet conçu depuis de longues années. Avant de s'arrêter à la constitution d'un *exsiccata* des *Hieracium* d'Espagne et des Pyrénées, Arvet-Touvet avait eu la pensée d'un travail de plus grande envergure, et même, dès que sa réputation de hiéraciologue fut bien établie, il fut encouragé et sollicité de divers côtés pour l'élaboration d'un tel travail. On trouve maintes traces de ces faits dans sa correspondance.

En jauvier 1884, par exemple, l'éminent botaniste Saint-Lager l'engage très vivement à publier un *Herbarium normale* des espèces du genre *Hieracium.* La même année, Freyn, le savant hiéraciologue de Prague, le presse instamment de réaliser son projet d'*exsiccata* aussi complet que possible de toutes les principales espèces et formes de l'Europe. C'est évidemment là une œuvre très vaste, Freyn en mesure toutes les difficultés d'exécution et il se met entièrement à la disposition d'Arvet-Touvet pour l'aider à les aplanir. Il lui promet la collaboration d'un grand nombre d'hiéraciologues qui lui procureront les formes de l'Europe centrale : Diehtl pour la Basse-Autriche, Huter pour le Tyrol, Vukosinovic pour la Croatie, Blocki pour la Galicie, Barbass, Sinkoviss, Pantocsek pour la Hongrie, d'autres enfin qu'il serait trop long de nommer pour la Transylvanie, l'Illyrie, la Carinthie, les Sudètes, la Pologne, la Serbie... Freyn ne voit de difficultés qu'en ce qui concerne les Épervières de Russie et de Turquie qui ont été peu étudiées encore. Il pense, d'autre part, que les hiéraciologues français ne lui marchanderont pas leur collaboration. Freyn trace déjà, au point de vue matériel, les grandes lignes de ce travail : il fixe le nombre des exemplaires, leur format, le mode d'étiquettage et d'impression, etc. Arvet-Touvet hésite cependant devant le labeur immense qu'une telle entreprise va nécessiter et qui lui paraît au-dessus de ses forces ; d'autre part, dans sa modestie, il ne se croit pas assez qualifié pour prendre la direction scientifique d'un *Hieraciotheca europæa* et il engage son ami Freyn à la prendre lui-même. Ce dernier se récuse, assurant Arvet-Touvet qu'il est en ce moment, d'une manière incontestée, le premier hiéraciologue du monde et que l'initiative de cette œuvre n'appartient qu'à lui. Certes elle tente grandement Arvet-Touvet ! Pendant une huitaine d'années il caresse ce projet, il réfléchit, il hésite et enfin il recule, envisageant les difficultés matérielles de temps et d'argent qui se dressent devant lui et qui lui paraissent insurmontables avec les moyens dont il dispose.

Ce projet alla cependant assez loin dans sa préparation, car il fut annoncé dans le *Bulletin de la Société botanique de France,* sous la forme d'un *Hieracia europæa exsiccata,* et aussitôt connu, un certain nombre de souscripteurs, notamment le Muséum de Paris, lui donnèrent leur adhésion (1).

Obligé de renoncer à l'exécution d'un projet aussi vaste, ne pourrait-il pas cependant le réaliser sous une forme plus restreinte? En 1894, il s'en ouvre à son ami Belli en lui demandant son concours, qu'il sait d'avance tout acquis. Ne pourrait-on pas, dans des limites plus resserrées, publier un *exsiccata* des espèces de la France, de la Suisse et de l'Italie et peut-être aussi de l'Espagne? Mais qui voudra bien se dévouer pour la partie matérielle et les détails de cette publication? Arvet-Touvet prendra pour sa part le gros travail de la détermination et du classement des échantillons ; Autran, conservateur de l'herbier Boissier, qu'il a pressenti, se chargerait volontiers de la publication des étiquettes et du bulletin... Mais, de nouveau, il se décourage devant les difficultés qu'il prévoit encore ; il tâtonne, il hésite, n'osant pas se déterminer à abandonner tout projet, lorsque enfin, vers 1897, sur l'insistance de Gaston Gautier, assuré par lui du secours financier nécessaire et du concours de sa collaboration, il se décide à entreprendre le travail en le limitant principalement à la France et à l'Espagne.

---

(1) *Bull. Soc. bot. de Fr.*, t. XXXIX, p. 47, 1892.

L'idée d'un *exsiccata* d'*Hieracium* n'était pas nouvelle. Déjà existaient quelques collections renommées ; mais le monument d'Arvet-Touvet et Gaston Gautier allait laisser bien loin en arrière, par les proportions considérables de ses matériaux et par le perfectionnement de la méthode, le volumineux *Herbarium Hieraciorum Scandinaviæ* de Dahlstedt, les *Hieracia Scandinaviæ exsiccata* de C.-J. Lindeberg et les *Hieracia Nægeliana* de Nœgeli et Peter (1).

Disons, en passant, que l'*exsiccata* de Lindeberg avait fourni à Arvet-Touvet l'occasion d'un travail de révision publié en 1883. L'œuvre de Lindeberg est une simple collection de 150 numéros publiés par fascicules de 50 en 1868, 1872 et 1878 ; c'est la réunion de formes scandinaves que maintes années d'observations lui avaient permis de considérer comme définies et constantes. Arvet-Touvet avait acquis un exemplaire de cette collection aujourd'hui déposé dans les galeries d'herbiers de l'Université de Grenoble. Il révise cette collection et publie des notes rectificatives sur environ 70 des numéros qu'elle contient : des variétés deviennent des espèces et réciproquement ; des espèces mal dénommées sont corrigées : quelques espèces qui ne sont que des formes d'une espèce donnée sont réunies en une seule. On peut dire cependant qu'entre ces deux hiéraciologues, qui appartiennent l'un et l'autre à l'école de Fries et qui ont profité des conseils de ce maître célèbre, il n'existe que quelques divergences de détail qui témoignent seulement des difficultés présentées par l'étude de ce vaste genre *Hieracium*.

Arvet-Touvet fit aussi l'acquisition d'un exemplaire de l'œuvre de Nœgeli et Peter qui comporte 4 centuries de plantes, espèces et variétés. La méthode qui a présidé à l'arrangement et à la nomenclature de cet *exsiccata* formé par des botanistes évolutionnistes, c'est-à-dire de l'école antagoniste de celle à laquelle appartient Arvet-Touvet, n'est évidemment pas goûtée par notre botaniste de Gières ; mais, de plus, les espèces en elles-mêmes sont, de sa part, l'objet d'une révision très serrée aboutissant à de nombreuses rectifications. Cette révision, tout entière contenue dans la collection elle-même conservée elle aussi dans la galerie botanique de notre Université, est restée inédite.

---

(1) Kerner avait eu le projet de publier, en cinq ans, un *Hieraciotheca austriaca* en dix exemplaires. L'entreprise a été fondue plus tard dans sa publication en cent exemplaires du *Flora exsiccata Austro-hungarica*.

Précisément, le but principal que poursuit Arvet-Touvet, en publiant à son tour un *exsiccata*, est, ainsi que cela ressort de la lecture de sa correspondance, de mettre un peu d'unité et de subordination dans les espèces et formes créées et publiées principalement par les botanistes du centre et du nord de l'Europe qui, ayant adopté et, s'il est possible encore, exagéré les idées et les principes émis par Nœgeli et Peter « sont en train de nous faire une véritable Babylone de ce beau mais très difficile genre que l'on ne peut arriver à comprendre qu'après une très longue étude préalable ». Arvet-Touvet était convaincu que pour l'étude de ce « terrible genre » la confection d'un *exsiccata* est indispensable, les descriptions les mieux faites ne pouvant pas suppléer à la vue des objets eux-mêmes. Il voulait aussi fournir aux botanistes, au moyen de l'*Hieraciotheca*, des étalons durables pour l'étude du genre lui-même, et une base matérielle pour l'analyse critique de ses travaux personnels. En outre, par le tableau des faits présentés par la Nature elle-même, il veut démontrer que dans ce genre, comme dans tous les autres, existent un harmonieux enchainement et une adaptation rigoureuse des espèces, formes et variétés.

Il pensait aussi, par la réunion d'une telle collection, donner aux botanistes le goût et la connaissance de la hiéraciologie. Enfin, il trouvait dans ce travail coordonné le moyen le plus efficace pour se fortifier lui-même dans la connaissance de ce genre difficile. Et, malgré tout cela, il était convaincu aussi que, même avec un tel *Hieraciotheca*, bien des points douteux sur ce que l'on doit appeler espèce ou variété ne peuvent être tranchés encore ; quelques exemples, bien connus de lui, dans son œuvre le prouvent avec évidence.

Rappelons, en passant, que d'autres botanistes, pour des genres très polymorphes aussi, ont été amenés à l'élaboration d'*exsiccata* ;

citons : Wimmer et A. Kerner pour les *Salix* ; Crépin, Coste, Pons pour les *Rosa* ; G. Braun, l'abbé Boulay pour les *Rubus*, etc.

L'énorme publication de l'*Hieraciotheca* d'Arvet-Touvet et G. Gautier a été faite en dix exemplaires : deux exemplaires étaient réservés, naturellement, aux auteurs, les autres ont été distribués dans huit grands herbiers européens pour être mis à la disposition du public scientifique.

Herbier du Muséum de Paris.
Herbier de Kew, en Angleterre.
Herbier du Muséum de Berlin.
Herbier du Muséum de Vienne (1).
Herbier du Jardin botanique de Turin.
Herbier de l'Université de Barcelone.
Herbier Boissier de Genève.
Herbier Rouy, à Asnières près Paris.

Avant la fin de la publication, après le XII^e^ fascicule, l'exemplaire de Rouy fut acquis, en même temps que les autres collections botaniques de ce savant, par le prince Roland Bonaparte. Cet exemplaire de l'*Hieraciotheca* se trouve donc maintenant dans les collections de ce Mécène de la Science, homme de science lui-même, en son hôtel de l'Avenue d'Inéa, à Paris.

Le prince Roland Bonaparte, intéressé par cette contribution déjà très considérable à l'histoire du genre *Hieracium*, en 1906, alors que la publication de l'*Hieraciotheca* n'était pas encore terminée, écrivait à Arvet-Trouvet pour l'engager vivement à faire encore un grand effort pour parfaire son œuvre par la publication d'un *Hieraciotheca Europæ selecta*, et même, si possible, d'un *exsiccata* renfermant les espèces principales du monde entier. Il offrait à Arvet-Touvet tout son concours pour cette œuvre nouvelle.

A la mort de Gaston Gautier, l'exemplaire de ce botaniste, en vertu de ses dernières volontés, est devenu la propriété de l'Institut botanique de Montpellier. Enfin, à la mort d'Arvet-Touvet, son exemplaire est devenu la propriété de la Faculté des Sciences de l'Université de Grenoble.

---

(1) Dans les articles rappelés ci-après de G. Rouy et J. Briquet, c'est le Musée de Pétrograd qui figure, à cette place, dans l'énumération des établissements dépositaires des exemplaires du *Hieraciotheca*. C'était bien là le projet primitif des auteurs ; mais, pour certaines raisons, ils furent amenés à attribuer au Muséum de Vienne l'exemplaire tout d'abord destiné à Pétrograd.

L'apparition des premiers fascicules de l'*Hieraciotheca* fut accueillie avec faveur, saluée avec reconnaissance par les botanistes en général et les spécialistes en particulier, qui firent des vœux pour le succès final de la laborieuse entreprise (1).

Il n'est pas utile d'être hiéraciologue pour comprendre la somme énorme de travail que dépensèrent Arvet-Touvet et Gaston Gautier pour la constitution de cette collection vraiment unique.

La correspondance entre le botaniste de Gières et celui de Narbonne rendue, par cette collaboration, d'une activité extrême, nous éclaire sur les difficultés de toutes sortes dont ce travail a été hérissé, des découragements qui venaient parfois assaillir Arvet-Touvet, surtout dans certains graves moments de maladie ou de soucis domestiques.

Arvet-Touvet s'occupait de la détermination des échantillons, de leur classement, du texte des étiquettes. Il apportait le plus grand soin à ce que tout fut conforme comme *échantillons* et comme *parts.* Chaque fascicule est la représentation exacte et aussi complète que possible et qu'on peut le souhaiter de chacun des neuf autres fascicules. En voyant l'un, disait Arvet-Touvet, on voit tous les autres. On comprend que ce résultat n'a pas toujours été facile à obtenir. Que de mélanges, que de confusions, impossibles à éviter et qu'il fallait rectifier au prix d'un travail extrêmement délicat et minutieux! Gaston Gautier s'occupait de la vérification des étiquettes, du soin de leur impression et de celle des tables des matières de chaque fascicule ; il parcourait avec une activité extraordinaire et vraiment surprenante les Pyrénées, tant françaises qu'espagnoles, et une partie de l'Espagne, à la recherche des matériaux et surtout faisait les frais pécuniaires de cette œuvre très onéreuse, et il savait, quand il le fallait, relever le courage chancelant de son ami. On peut dire — et d'ailleurs Arvet-Touvet le disait lui-même — que sans Gaston Gautier la publication de l'*Hieraciotheca* n'aurait jamais pu être mise à exécution. Arvet-Touvet ne négligeait d'ailleurs aucune occasion de lui en témoigner sa reconnaissance. Voici, du reste, un extrait d'une lettre qu'il lui écrivait le 24 août 1907, au retour de quelques jours de vacances passés chez une de ses sœurs :

---

(1) On peut lire à ce sujet les articles suivants :

S. Belli, Un cospicuo dono scientifico Al R. Istituto Botanico dell' Universita di Torino. *Bull. della Soc. bot. italiana*, décembre 1898.

G. Rouy, *Hieraciotheca Gallica et Hispanica* Auctoribus C. Arvet-Touvet et G. Gautier). *Bull. Soc. Bot. de Fr.*, t. XLVI, 28 avril 1899.

J Briquet, Notice sur le *Hieraciotheca Gallica et Hispanica*, de MM. C. Arvet-Touvet et G. Gautier. *Bull. de l'Herbier Boissier*, t. VII, n° 12, décembre 1899.

La réception des derniers fascicules par l'Institut botanique de Turin fut enregistrée avec éloges et remerciements ainsi qu'en fait foi l'article suivant du professeur O. Mattirolo : Nuovi materiali scientifici pervenuti al. R. Istituto botanico di Torino, 1903 1910. *Bull. della Soc. bot. ital.*, mars 1911.

> ...... En arrivant ici, je trouve votre si bonne et si bienveillante lettre, avec tous les renseignement si intéressants pour moi qu'elle renferme, sur les dispositions que vous avez prises pour diriger l'abbé Soulié vers les régions les plus renommées pour leurs richesses botaniques, en dehors de celles que nous avons parcourues ensemble et où il y a tout lieu d'espérer qu'il pourra faire et vous rapporter de précieuses découvertes. Mon cher ami, vous savez combien j'admire votre dévouement à la science, et, en particulier, vos efforts constants pour réunir sans compter, et avec le plus grand désintéressement, tous les matériaux capables de perfectionner et de rehausser notre publication de l'*Hieraciotheca*. Sans vous, elle n'aurait certainement jamais vu le jour, et surtout elle n'aurait pu présenter cette abondance de matériaux, cette richesse de formes si utiles et si précieuses qui permettront enfin, il faut l'espérer, d'arrriver à la connaissance rationnelle d'un genre critique par excellence, et si peu et si mal connu jusqu'ici ! de manière à lui servir de base et de fondement en quelque sorte, comme l'a dit, je crois, avec raison, le célèbre Engler.

Le *Hieracotheca* comprend vingt gros fascicules qui portent les dates suivantes : Les fasc. I et II, 1897 ; les fasc. III, IV et V, 1898 ; les fasc. VI, VII, VIII et IX, 1899 ; les fasc. X et XI, 1900 ; le fasc. XII, 1901 ; les fasc. XIII et XIV, 1902 ; les fasc. XV et XVI, 190c ; les fasc. XVII et XVIII, 1906 ; les fasc. XIX et XX, 1908.

C'est le 19 octobre 1909 qu'Arvet-Touvet fit l'expédition des derniers fascicules à Gaston Gautier, chargé, comme d'habitude, de les passer une dernière fois en revue et d'en faire la distribution. Cette œuvre, qui avait demandé douze années de grand labeur, était terminée.

L'*Hieraciotheca* comprend deux séries distinctes : les *Species Gallicæ* et les *Species Hispanicæ,* chaque série avec sa numérotation particulière.

Lorsque les espèces comprennent plusieurs formes distinctes, chaque forme comporte un numéro spécial. Ainsi, le *Hieracium lividum* A.-T. var. *fuscum* A.-T. est représenté par cinq numéros ;

le *H. viduatum* A.-T. var. *genuinum* A.-T., le *H. villosum* Jacq. var. *subcordatum,* le *H. argyreum* A.-T. et G. G. var. *phlomoides* sont représentés par onze numéros ; le *H. Flahaultianum* A.-T. et G. G. par huit numéros, etc.

Chaque numéro est représenté par de splendides et nombreux échantillons très bien préparés. Les étiquettes sont imprimées et numérotées, elles mentionnent la bibliographie *princeps* et la synonymie principale, donnent les renseignements sur l'habitat, l'époque de floraison et portent les noms des collecteurs. Les espèces nouvelles sont accompagnées de leur diagnose latine très détaillée imprimée sur étiquette supplémentaire. En tête de chaque fascicule se trouve une table des matières, c'est-à-dire la liste par numéro d'ordre de toutes espèces, formes et variétés qui y sont contenues.

Enfin, en 1910 fut publiée, pour être jointe à chaque collection et dans le format même du *Hieraciotheca,* une table générale des espèces, variétés et synonymes de tous les *Hieracium* de la collection.

Sans compter les numéros *bis*, qui sont assez nombreux, la série des *Species Gallicæ* contient 1.643 numéros et la série des *Species Hispanicæ* 427. Ce chiffre considérable de plus de 2.000 numéros marque à lui seul l'extrême importance et la grande valeur aux points de vue scientifique et matériel du *Hieraciotheca Gallica et Hispanica* (1).

Le nombre des espèces nouvelles présentées et décrites dans cet important ouvrage est considérable.

Il est dommage toutefois que les auteurs, pour faciliter les recherches au sein de cette collection, n'aient pas donné une table synoptique des *groupes* avec, en accolade, les espèces correspondantes. Le directeur de chacun des dix herbiers qui possèdent le *Hieraciotheca* pourra, il est vrai, combler facilement cette lacune.

Et maintenant, quelle était, pour Arvet-Touvet, la conclusion philosophique que devra retirer le botaniste qui voudra bien étudier avec patience le *Hieraciotheca* ? La voici, telle qu'il l'indique à son ami Belli, dans une lettre datée du 21 novembre 1910 :

---

(1) Dans une lettre d'avril 1910, adressée à Arvet-Touvet par Gaston Gautier, nous avons lu que ce dernier a dépensé plus de trois mille francs (voyages, impression des étiquettes, etc.) seulement pour les deux derniers fascicules du *Hieraciotheca*. Cela donne une idée de la dépense élevée supportée par Gaston Gautier pour l'œuvre entière, quoique ces deux fascicules aient été les plus coûteux de tous.

...... J'apprends avec plaisir que vous allez vous mettre à étudier d'une façon un peu spéciale nos vingt fascicules de l'*Hieraciotheca.* Vous y verrez des choses fort intéressantes et aussi quelques confusions inévitables que nous nous proposons de rectifier quand l'occasion s'en présentera. En présence de cette abondance de formes et échantillons publiés pour la même espèce, vous en arriverez, je l'espère, comme nous, à reconnaître et à certifier, comme conclusion, que l'*espèce est bien un être réel et précis, et non vague et fantastique,* comme le soutient l'Ecole transformiste, dans ce genre aussi bien que dans tous les autres sans exception !

Si, parfois, l'espèce est plus difficile à bien limiter et à bien circonscrire dans ce genre que dans certains autres, la cause n'en provient pas de la défectuosité des éléments qui constituent l'espèce, mais de la faiblesse de notre vue et de l'imperfection de nos moyens d'investigations ! ! Cela, je l'affirme sans crainte d'être démenti par ceux qui voudront bien l'étudier ultérieurement *patiemment, longuement et sans parti pris ! !*

⁂

Le dernier écrit de cette période de l'œuvre d'Arvet-Touvet date de 1907 : c'est un Mémoire sur quelques *Hieracium* nouveaux ou peu connus de la flore de l'Italie et de quelques régions voisines. C'est la dernière publication de l'auteur avant son grand *Catalogus* final. Ce travail se termine par un *Hieracium conspectus generi novus,* simple tableau exprimant, sans aucun commentaire, la manière dont l'auteur conçoit la structure systématique du genre après ces vingt années d'études et d'accumulation de matériaux lui ayant permis de scruter le genre dans une aire d'une étendue considérable.

Dans ses diverses publications de cette période et dans le *Hieraciotheca,* il a été amené à créer des divisions nouvelles ou à modifier quelques divisions anciennes qui ont un peu remanié le *Conspectus* de 1888 ; ce sont ces modifications qu'indique le tableau de 1907 qui, nous le verrons dans un instant, va être à son tour profondément remanié.

Ce *Conspectus* nouveau de 1907 comporte pour le sous-genre *Pilosella* les mêmes divisions principales qu'en 1888. Pour les *Archieracium,* le nombre des sections, qui était de onze, s'augmente de deux sections découpées dans la section des *Pulmonarea.* Dans cette section il enlève les groupes *Oreadea* et *Aurellina* et les élève au rang de sections, la dernière sous le nom de *Aurelloidea,* ce qui porte à treize le nombre des grandes divisions des *Archieracium.* Les sections elles-mêmes, çà et là, sont remaniées, notamment celle des

Cerinthoidea qui a bénéficié des grands progrès apportés à leur connaissance grâce aux importantes découvertes faites en Espagne et dans les Pyrénées. Nous verrons les modifications apportées à ce système en 1914 ; aussi n'est-il pas utile d'insister davantage sur le *Conspectus novus* de 1907.

CHAPITRE V

Troisième période. — Le CATALOGUS SYSTEMATICUS La mort d'Arvet-Touvet.

Arvet-Touvet avait le sentiment, surtout après l'achèvement du *Hieraciotheca*, de devoir à la Science un travail synoptique d'ensemble sur ce genre *Hieracium* à la connaissance duquel aucun savant n'avait encore apporté une contribution aussi importante que la sienne. En outre, ce sentiment était aiguillonné par certains travaux sur les *Hieracium* qui, au cours de ces derniers temps, avaient été publiés soit en France soit à l'étranger, travaux d'une conception très différente de la sienne et qu'il jugeait avec une extrême sévérité.

On trouve dans sa correspondance, dès le début de l'année 1908, l'intention bien dessinée d'écrire ce travail. Mais c'était là une œuvre longue et pénible, demandant, pour être menée à bien et sans défaillance, du temps, de la santé et des loisirs. Et Arvet-Touvet se plaignait de n'avoir pas beaucoup de tout cela ! Déjà les fatigues de la vieillesse se faisaient sentir ; une maladie de foie très pénible vint, pendant de longs mois, contrarier ses habitudes de travail ; la maladie de cœur qui devait le terrasser, dont les premières atteintes sérieuses s'étaient fait sentir vers 1906, commençait, par périodes, à amoindrir ses forces et l'attristait de sombres pressentiments. Les soucis matériels, qui parfois furent lourds, de petit propriétaire gérant lui-même les terres et la maison de location qui le faisaient vivre, venaient fréquemment troubler la sérénité si nécessaire à son œuvre de science.

Ce travail de mise au point de la question des *Hieracium* était aussi le grand désir de Gaston Gautier qui lui en parlait sans cesse dans ses lettres. L'abbé Coste, de son côté, insistait vivement auprès de Gaston Gautier pour qu'il décidât son ami à écrire, avant sa mort, une Monographie des *Hieracium*. Dans le but de porter à Arvet-Touvet ses encouragements et de l'amener à donner à son dessein primitif la consistance d'un projet bien arrêté, Gaston Gautier fit plusieurs fois le voyage de Gières. En avril 1909, il fait un dernier voyage et cette fois en compagnie de l'abbé Coste. Arvet-Touvet en eut une grande joie ; à ce moment sa santé semblait s'être rétablie, la maladie du moins paraissait lui donner une engageante trêve ; les deux amis n'eurent pas de peine à relever son courage et il leur promit de se mettre bientôt à l'œuvre.

Cette année 1909, vers la fin d'octobre, voit l'achèvement du *Hieraciotheca*. Pendant quelques mois, il continue encore à déterminer les *Hieracium* que ses correspondants lui envoient de divers côtés ; il ressemble les publications variées et nombreuses qui lui sont utiles pour la bibliographie de son nouveau travail. Ses amis Gautier et Coste continuent à l'encourager dans leurs lettres fréquentes. Il est désormais bien déterminé à ne pas différer plus longtemps l'entreprise de la monographie qu'on attend de lui ; il le répète à ses amis : « A l'œuvre donc ! lui crie l'abbé Coste, dans une lettre du 26 février 1910, et puisque votre santé vous le permet, n'attendez pas que les glaces de la vieillesse viennent paralyser vos efforts. »

Ce que désirent les botanistes, comme le lui écrit à plusieurs reprises le savant abbé, c'est avant tout un bon livre, un manuel clair et précis qui donne la clé des sections, des groupes, des espèces principales au moins, car les variétés sont moins importantes et souvent inutiles, dans ce genre si difficile, et propres à tout embrouiller. Certainement nul savant n'était plus apte à écrire une telle monographie que le botaniste de Gières après presque un demi-siècle de recherches sur cette difficile question.

Les manuscrits que nous avons trouvés dans les papiers d'Arvet-Touvet montrent clairement qu'il a bien eu la pensée d'un tel travail méthodique et qu'il en a fait plusieurs essais. Sa première idée est évidemment celle d'un catalogue avec diagnoses synoptiques. Cependant il ne l'a pas réalisée ; il a fait plusieurs essais de clés des sections et des groupes, chose relativement facile, mais il semble avoir reculé ensuite devant l'énorme difficulté de faire la synthèse des matériaux considérables qu'il possédait pour achever la texture du genre par la clé analytique des espèces. Définitivement il a borné son programme à l'établissement d'un simple *Catalogue systématique* de toutes les espèces, formes et variétés des *Hieracium*, surtout de France et d'Espagne.

Tel qu'il est, le programme est tout de même extrêmement vaste! Il lui manque encore quelques matériaux notamment certains *Hieracium* d'Espagne et des Pyrénées qu'il désire étudier à nouveau ou qu'il ignore encore. Ses correspondants habituels viennent à son aide, notamment le Fr. Sennen qui lui adresse de riches récoltes de la province de Berga, en Catalogne. Il étudie encore certaines collections qu'on lui communique et qui lui fournissent d'utiles documents. Disons, à ce propos, qu'il voulut étudier les *Hieracium* de l'herbier du célèbre Alexis Jordan, pour savoir s'il devait tenir compte de quelques espèces créées par cet auteur et s'il y avait lieu de les introduire à un titre quelconque dans son futur catalogue. Gaston Gautier ayant eu l'occasion d'acquérir les *Hieracium* de cet herbier déposé à la Faculté catholique de Lyon, les envoya à son ami. Celui-ci en fit une étude serrée (dont il rendra compte à la page 321 de son *Catalogus*) de laquelle il ressort que cet herbier est un ramassis de formes sans aucune valeur, d'erreurs grossières et de confusions sans nombre, et sa correspondance contient des appréciations peu tendres pour le fondateur de l'école jordanienne...

Enfin, vers la fin de septembre 1910, il se met résolument à la rédaction de son Catalogue systématique, mais sur un plan qu'il devait bientôt encore modifier complètement. En mars 1911, l'ouvrage est assez avancé et il en soumet le plan à ses amis Gautier et Coste, qui l'approuvent.

D'après ce plan, ce gros travail qui portera le titre de *Hieraciorum præsertim Galliæ et Hispaniæ Catalogus systematicus*, devra paraître en deux parties à cause de la quantité énorme des matériaux qui doivent y rentrer. La première partie, intitulée *Hieraciorum Catalogi systematici Primitiæ*, la plus importante et la plus utile, comprendra la disposition systématique définitive de toutes les sections et groupes, ainsi que toutes les espèces et variétés principales admises par Arvet-Touvet, Gaston Gautier et les autres botanistes à ce jour. Mais les sections et groupes ne seront qu'indiqués par leur titre et sans énumération d'aucun caractère à l'appui. De même les espèces et variétés connues de tous ne seront qu'indiquées nominativement sans diagnose et sans indication de localité : ce sont tous ces détails qui feront l'objet de la seconde partie. Par contre, toutes les espèces et variétés principales, nouvelles, méconnues ou embrouillées, seront soigneusement décrites en diagnoses latines avec l'énumération précise des localités. Cet énorme travail sera lu, révisé et transcrit par Gaston Gautier et portera la signature des deux botanistes ; de plus, Gaston Gautier se charge de s'occuper de l'impression de leur œuvre et d'en faire les frais.

Vers la fin d'août 1911, pendant qu'Arvet-Touvet arrive, dans sa rédaction, au groupe des *Oreita,* Gaston Gautier lit et corrige une grosse première partie du manuscrit que lui a déjà envoyée le Maître, et il fait espérer à ce dernier sa visite à Gières pour le mois de septembre. Sur ces entrefaites, une grave maladie de sa sœur empêche Gaston Gautier de se mettre en route, au grand chagrin d'Arvet-Touvet, et le 28 septembre, ce dernier annonce à son ami l'envoi prochain de la suite du manuscrit.

Cette lettre devait, hélas ! rester sans réponse. Le 8 octobre, la famille Gautier envoie à Arvet-Touvet la triste nouvelle, très inattendue, de la mort de Gaston Gautier, survenue presque subitement la veille.

Cette mort fut un des plus grands chagrins de la vie d'Arvet-Touvet. Avec Gaston Gautier disparaissait l'ami dévoué au cœur bon et généreux, le confident de tant d'années de ses joies et de ses peines, le collaborateur qui avait partagé une grande partie de ses travaux, qui lui avait permis même de réaliser l'énorme travail qui a été l'occupation principale de toute sa vie, le savant qui avait partagé avec lui le même idéal de science, le bienfaiteur enfin qui en certains moments difficiles avait su écarter de son front les soucis terre à terre nuisibles au travail de sa pensée. L'abbé Coste, qui entourait aussi Gaston Gautier d'une vive et ancienne affection, sait trouver dans sa propre douleur, pour les adresser à Arvet-Touvet, les mots de consolation et d'encouragement. Le vieil ami Belli, de son côté, prend une vive part aux regrets d'Arvet-Touvet et s'efforce de relever son courage abattu.

Effectivement, Arvet-Touvet, que cette mort a désorienté, songe un instant à abandonner l'œuvre commencée. Mais bientôt il sent qu'il doit à la mémoire de son ami de la reprendre et de la mener jusqu'au bout ; les deux bons amis qui lui restent le lui disent aussi et insistent vivement pour qu'il se remette au travail du Catalogue.

Ainsi encouragé, Arvet-Touvet, vers la fin de 1911, se remet à l'ouvrage avec opiniâtreté, mais sur un plan nouveau qui comporte la publication du *Catalogus* en une seule partie. Malgré l'affliction dans laquelle l'a laissé la mort de son ami, malgré l'affaiblissement de ses forces, il veut à tout prix mener à bonne fin cet ouvrage qui est l'aboutissement de toute sa longue carrière scientifique. Il semble même qu'il a le pressentiment qu'il doit se hâter d'aboutir...

Mais Gaston Gautier, surpris par la mort, n'avait rien laissé pour les frais de publication de cet ouvrage qu'il avait pris à sa charge et Arvet-Touvet craignait bien qu'il ne pût jamais voir le jour lorsque, par l'aimable et empressé intermédiaire de l'abbé Coste, L. Lhomme, l'éditeur parisien bien connu, consentit, en septembre 1912, dans le pur intérêt de la Science, à faire les frais d'impression.

A ce moment, Arvet-Touvet achevait la rédaction de son ouvrage. Vers la fin de l'année 1912, il avait déjà pu en recopier une importante partie et l'envoyer à l'imprimeur, et le 24 décembre il parlait ainsi à Belli, dans une lettre qui devait être l'avant-dernière qu'il écrivait à son ami :

> ...... J'ai la grande satisfaction de vous annoncer que je viens enfin de terminer le manuscrit de mon *Hieraciorum præsertim Galliæ et Hispaniæ Catalogus systematicus*. C'est un gros travail dont l'impression aurait été très coûteuse pour moi ; mais un grand éditeur de Paris a bien voulu se charger de tous les frais, à condition, bien entendu, que je lui cède l'entière propriété du Catalogue.
>
> L'impression en est commencée et j'ai déjà eu à corriger quatre ou cinq placards d'épreuves. C'est vous dire que dans quelques mois vous pourrez juger par vous-même de ce Catalogue.
>
> L'Italie, comme bien vous pensez, n'a pas été oubliée, et en particulier votre *Chiave dichotomica* (1) est citée presque à chaque page.
>
> Je crois et j'espère que ce Catalogue, où tout est strictement classé et ordonné, pourra rendre quelques services aux botanistes complètement désarçonnés et désorientés par les publications des fameux Z. et M. dont l'ignorance dans ce genre de plantes et, en même temps, l'effrayante effronterie sont vraiment sans limites!
>
> Les *Hieraciotheca Gallica et Hispanica* m'ont beaucoup aidé dans mon travail et seront également utiles aux botanistes pour bien le comprendre.

---

(1) Saverio Belli, Chiave dichotomica per le determinazione della principali specie crescenti in Italia del Gen. *Hieracium. Flora analytica d'Italia*, vol. III Padova, 1904.

J'ai beaucoup de remerciements et d'actions de grâces à rendre, en particulier, à MM. Ferrari, Volfusa, Dr Rostan, et surtout C. Bicknell, pour leurs nombreuses et précieuses découvertes.

Oh ! combien je regrette que cet ami si cher et si dévoué, G. Gautier, ne soit plus là pour se réjouir de l'heureuse issue de ce travail, de ce Catalogue qui lui tenait tant à cœur, dont il me parlait sans cesse comme d'un devoir, comme d'une chose rigoureusement nécessaire et comme étant le complément obligatoire de nos *Hieraciotheca !* Ce pauvre cher ami aurait été si heureux d'en avoir l'assurance avant de mourir !...

Le 26 janvier 1913, il adresse à son ami Belli la dernière lettre qu'il lui ait écrite, en lui envoyant une page des épreuves de son Catalogue pour qu'il puisse déjà se faire une opinion sur l'ouvrage. Puis, plus que jamais, il s'enferme dans son cabinet de travail, car il a hâte de terminer la transcription de son manuscrit que l'éditeur lui réclame.

Le 3 mars, il écrivait enfin la dernière ligne de ce manuscrit. Ce jour-là sa joie fut débordante, on l'entendit fredonner quelques airs de vieilles chansons, il causa très gaiement avec son entourage... et le lendemain on ne le vit pas descendre de sa chambre à l'heure très matinale qui lui était habituelle. On le trouva mort dans son lit, emporté, sans souffrance, par une subite crise cardiaque. On peut se demander si la forte émotion qu'il ressentit en mettant le point final à ce travail de bénédictin ne fut pas la cause de cette crise suprême. L'infortuné botaniste n'eut donc pas la joie de saluer l'apparition de ce livre, fruit du labeur incessant d'une longue vie consacrée à la Science...

L'abbé Coste voulut bien mettre la main aux derniers détails de la publication, réviser avec soin le manuscrit, corriger les épreuves, et il écrivit pieusement la préface de l'ouvrage.

La lettre précédemment citée contient une petite diatribe contre des auteurs (que nous ne désignons que par des initiales) dont Arvet-Touvet appréciait les travaux à une très médiocre valeur. Çà et là, dans le *Catalogus,* il flagelle ces mêmes botanistes et bien d'autres encore, anciens ou modernes, français ou étrangers, de sa mordante critique, en latin ou en français. L'abbé Coste a cru bon, dans la correction des épreuves, de supprimer ou d'atténuer certaines phrases trop dures à l'adresse de quelques auteurs qui n'avaient pas l'heur de plaire au botaniste de Gières.

⁂

Le *Catalogus systematicus* (1), dans son plan nouveau, ne porte plus que la signature d'Arvet-Touvet, mais il est dédié, en pieux et reconnaissant hommage, à la mémoire de Gaston Gautier, l'ami tant regretté.

C'est une œuvre très considérable. Si Arvet-Touvet eût vécu davantage, il eût très probablement, avec ce livre comme point d'appui, donné à la Science la Monographie analytique que les botanistes attendaient de lui et sans laquelle l'étude du genre *Hieracium* est presque inabordable. Ce livre, tel qu'il est, rendra cependant aux hiéraciologues d'inappréciables services.

Les bonnes espèces, très nombreuses, sont accompagnées d'un numéro ; celles que l'auteur ne connaissait encore qu'imparfaitement, celles qui sont douteuses, celles qui réclament de nouvelles observations, celles, peu nombreuses, que l'auteur n'a pu voir par lui-même, celles enfin qui lui étaient peu familières, sont marquées par une croix. Pour toutes, il cite la bibliographie, la synonymie, les *exsiccata* principaux et principalement les numéros du *Hieraciotheca* base précieuse de son travail. Ses descriptions, latines ou françaises, s'appliquent principalement aux espèces non décrites ; il est certain que de nombreux botanistes regretteront d'être obligés, pour beaucoup d'espèces, de se reporter aux textes où l'auteur renvoie, textes qu'il est parfois difficile de se procurer. Évidemment l'auteur a voulu ainsi réduire les proportions déjà énormes de ce travail.

Ce travail comporte 475 espèces numérotées, plus de 350 marquées du signe + et environ 500 variétés ; ce qui donne le gros total de plus de 1.300 espèces d'ordres divers et variétés.

Les espèces ou variétés signées Arvet-Touvet, en grand nombre ; celle qui portent son nom accompagné de celui de Gaston Gautier,

---

(1) Voici comment l'auteur, en quelques lignes d'Avant-Propos, présente son œuvre aux lecteurs :

Inter omnia, criticissimi generis, culpa que hominum et ignorantia, sæpe irrationalis inextricabilis que dicti, sed procul ullo dubio, ut nunc certi sumus affirmare que debemus, stricte ordinati omnino que rationalis et, ut arbitrii nostri, omnia dicamus, *vere superbi generis Hieracii,* studia nostra, saltem per quadragintos annos et amplius indefesse continuata, botanicis hodie offerimus, nulam vanam indulgentiam certe, sed tantum impartiale judicium quærentes et expectantes.

Geresi, prope Gratianopolim.

Die,......... 1912.

G. Arvet-Touvet,

nombreuses aussi ; quelques-unes qui portent le nom d'Arvet-Touvet accompagné d'autres noms tels que ceux de Belli, Briquet, Reverchon, Coste, Sennen, Sudre, Wilczeck, Faure, dépassent 1.150 (espèces numérotées : 401 ; espèces marquées du signe + : 301 ; variétés : plus de 450).

Les espèces nouvelles depuis la publication du *Hieraciotheca* sont assez nombreuses.

Dans ces pages consacrées à la mémoire d'Arvet-Touvet, notre but est d'exposer son œuvre sans en faire la critique. Celle-ci réclame, d'ailleurs, un spécialiste, c'est-à-dire un botaniste plus compétent que nous en la matière. Nous dirons cependant que nous croyons que le nombre d'espèces admises par Arvet-Touvet, entraîné par son puissant esprit d'analyse, est trop considérable et que ce nombre pourra être réduit par les hiéraciologues futurs (1). Quoi qu'il en soit, cette œuvre du *Catalogus* restera fondamentale pour la hiéraciologie.

Depuis la publication, en 1907, du *Hieracium conspectus generis novus*, simple tableau sans commentaire, dont nous avons parlé plus haut, Arvet-Touvet avait considérablement élargi sa connaissance du genre *Hieracium*, grâce aux abondants matériaux mis en œuvre pour l'achèvement du *Hieraciotheca* et pour l'élaboration du *Catalogus*. Dans chacune de ces œuvres, ce savant crée des espèces nouvelles, étudie les anciennes dans des aires plus étendues, et il est ainsi amené a introduire des divisions nouvelles dans le système du genre.

Un simple coup d'œil jeté sur le tableau ci-dessous permet, en le comparant à celui de 1888, que nous avons reproduit plus haut, et à celui de 1907, dont nous avons donné l'analyse rapide, de se rendre compte de la conception que se fait Arvet-Touvet de la systématique des *Hieracium* à la fin de ses cinquante ans de recherches et de réflexions. Le concept de 1907 est, pour les diverses sections, à l'exception de celle des *Pulmonarea*, un acheminement vers celui de 1913. Aussi, nous établirons surtout la comparaison du *Conspectus* de 1913 avec celui de 1888.

---

(1) Le manuscrit du présent Mémoire était déjà terminé lorsque nous avons pris connaissance du numéro de janvier-février-mars 1914 du *Bulletin de la Soc. bot. de France*, qui contient un article qui semble déjà donner raison à l'opinion que nous venons d'émettre :

H. Sudre, Observations sur quelques espèces du genre *Hieracium*.

Conspectus systematicus Europæus Generis HIERACIORUM.

Sous-genre 1. PILOSELLA, Fries.

Pilosellina Arv.-T.
Rosellina Arv.-T.
Flagellina Arv.-T.
Rubellina Arv.-T.
Auriculina Arv.-T.
Pratellina Arv.-T.
Aurantellina Arv.-T.
Cymellina Arv.-T.
Setigera Arv.-T.
Præaltina Arv.-T.

Sous-genre 2. STENOTHECA, Fries.

SECTION *TOLPIDIFORMIA*, DC.

Sous-genre 3. ARCHIERACIUM, Fries.

SECTION 1 — *AURELLA*, Koch.

Græca Arv.-T.
Glauca Arv.-T.
Eriotricha Arv.-T.
Villosa Arv.-T.
Pilifera Arv.-T.
Asterina Arv.-T.
Porrecta Arv.-T.
Aurellina Arv.-T.

SECTION 2 — *ALPINA*, Fries.

Eualpina Arv.-T.
Caligata Arv.-T.
Atrata Arv.-T.
Hispida Arv.-T.
Amphytricha Arv.-T.

SECTION 3 — *HETERODONTA*, Arv.-T.

Cryptadena Arv.-T.
Jacquiniana Arv.-T.
Scapigera Arv.-T.

SECTION 4 — *PSEUDOCERINTHOIDEA*, Koch.

Rupigena Arv.-T.
Balsamea Arv.-T.
Dimorphotricha Arv -T.
Hispanica Arv.-T.

SECTION 5 — *CERINTHOIDEA*, Koch.

Chamæcerinthea Arv.-T.
Pogonocerinthea Arv.-T.
Eriocerinthea Arv.-T.
Eucerinthea Arv.-T.
Plecocerinthea Arv.-T.
Ptecocerinthea Arv.-T.
Pelidnocerinthea Arv.-T.
Elaiocerinthea Arv.-T.
Pneumonocerinthea Arv.-T.
Sonchocerinthea Arv.-T.
Chaitocerinthea Arv.-T.

SECTION 6 — *ANDRYALOIDEA*, Koch.

Thapsoidea Arv.-T.
Lanata Arv.-T.
Lanatella Arv.-T.

SECTION 7 — *PULMONAROIDEA*, Koch.

Sartoriana Arv.-T.
Oreadea-Scapigera Arv.-T.
Oreadea-Cauligera Arv.-T.
Oreita Arv.-T.
Bifida Arv.-T.
Trivialia Arv.-T.
Barbulata Arv.-T.
Cæsiiformia Arv.-T.
Argentidentina Arv.-T.
Vulgata Arv.-T.
Abietina Arv.-T.

SECTION 8 — *PRENANTHOIDEA*, Koch.

Rapunculina Arv.-T.
Subalpina Arv.-T.
Præalpina Arv.-T.
Strigosina Arv.-T.
Jurassica Arv.-T.
Prenanthea Arv.-T.
Cotoneifolia Arv.-T.

SECTION 9 — *PICROIDEA*, Arv.-T.

Lactucifolia Arv.-T.
Viscosa Arv.-T.
Neopicroidea Arv.-T.
Ochloreuca Arv.-T.
Albida Arv.-T.

SECTION 10 — *AUSTALOIDEA*, Arv.-T.

Olympica Arv.-T.
Stupposa Arv.-T.
Australia Arv.-T.
Bracteolata Arv.-T.
Cernua Arv.-T.
Symphytacea Arv.-T.
Polyadena Arv.-T.

SECTION 11 — *ACCIPITRINA*, Koch.	*Tridentata* Arv.-T.
Corymbosa Arv.-T.	*Sabauda* Arv.-T.
Virosa Arv.-T.	*Umbellata* Arv.-T.

Tel est le tableau systématique du genre *Hieracium* pour l'Europe entière, d'après la dernière conception d'Arvet-Touvet.

(A suivre).

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

PRINCE ROLAND BONAPARTE. — **Fougères du Congo belge du Jardin botanique de l'État à Bruxelles.** *Bulletin du Jardin botanique de l'État à Bruxelles.* Tome IV, 1913.

Une liste comprenant une quarantaine d'espèces et variétés déterminées par le Prince Roland Bonaparte. Elles appartiennent aux genres *Cyathea, Dryopteris, Aspidium, Leptochilus, Nephrolepis, Diplazium, Asplenium, Adiantum, Pteris, Lonchitis, Pteridium, Polypodium, Acrostichum, Lygodium, Marattia, Ophioglossum.* Parmi les *Dryopteris*, à signaler une nouvelle espèce, *D. pseudogueintziana* R. Bonaparte, voisine du *D. Gueintziana* C. Christensen dont elle diffère par la face inférieure de la fronde non-glanduleuse et par le limbe non atténué à la base.

A. PIERRE ALLORGE.

W. UND J. DOCTERS VAN LEEUWEN-REIJNVAAN. — **Einige Gallen aus Java.** (Siebenter Beitrag. *Bulletin du Jardin Botanique de Buitenzorg,* 2e série, n° XV, 1914.

Dans cette nouvelle contribution à l'étude cécidiologique de Java, les auteurs décrivent 150 galles, ce qui, avec celles des six listes parues précédemment, porte à 500 leur nombre total. Mais ce nombre s'augmentera encore considérablement puisqu'il ne représente que le résultat des récoltes faites dans la partie centrale de la grande île. Ce sont les galles de Diptères (presque exclusivement des Cécidomyides), d'Acarides et de Thysanoptères qui dominent (32, 26 et 12 %). Les galles d'Hyménoptères sont très peu nombreuses (3 %) surtout par rapport à leur proportion en Europe.

A. PIERRE ALLORGE.

CHRONIQUES ET NOUVELLES

Mlle Keiline et M. Plantefol ont obtenu le Diplôme d'études supérieures de Botanique à la Faculté des Sciences de Paris ; le premier des Mémoires présentés pour ces Diplômes a pour sujet « Recherches anatomiques sur les feuilles des Broméliacées ; » le second a pour titre « Le *Crocysporium torulosum* Bonorden est une forme de Basidiomycète ».

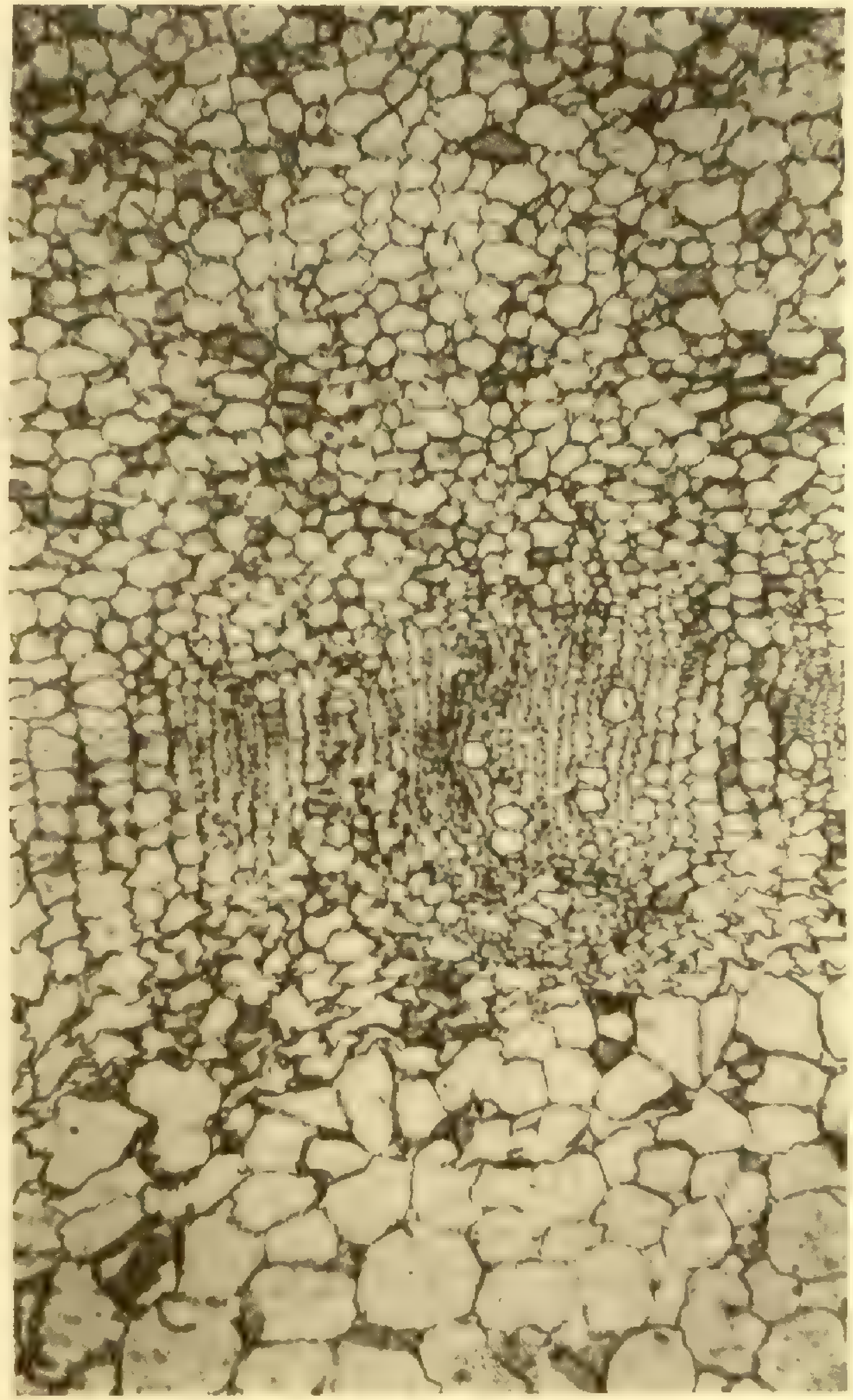
⁂

L'Académie des Sciences a décerné le Prix Desmazières à M. G. B. de Toni, Professeur au Jardin botanique de Modène et à M. Ach. Forti, botaniste à Vérone pour leurs recherches sur les Algues. Le prix de Coincy a été accordé à M. Pierre Choux, Préparateur à la Faculté des sciences de Marseille pour son Mémoire relatif aux Asclépiadées de Madagascar ; le prix Montagne à M. Camus pour l'ensemble de ses travaux sur les Mousses ; le prix Thore à M. I. Douin pour l'ensemble de ses travaux sur les Hépatiques ; le prix de Rufz de Lavison à M. Paul Becquerel pour ses recherches sur la vie latente. En outre, le prix Gay (Etude de la répartition des végétaux en Indo-Chine) a été attribué à M. Lecomte, Professeur au Muséum d'Histoire naturelle ; le prix Tchiatcheff à M. Gouyat-Barthoux pour son exploration de la presqu'île du Sinaï ; le prix Longchamps à MM. F. Jadin et A. Astruc pour leurs recherches sur la répartition de l'arsenic dans le monde végétal. Le prix Barbier a été accordé à notre collaborateur M. Charles Dassonville.

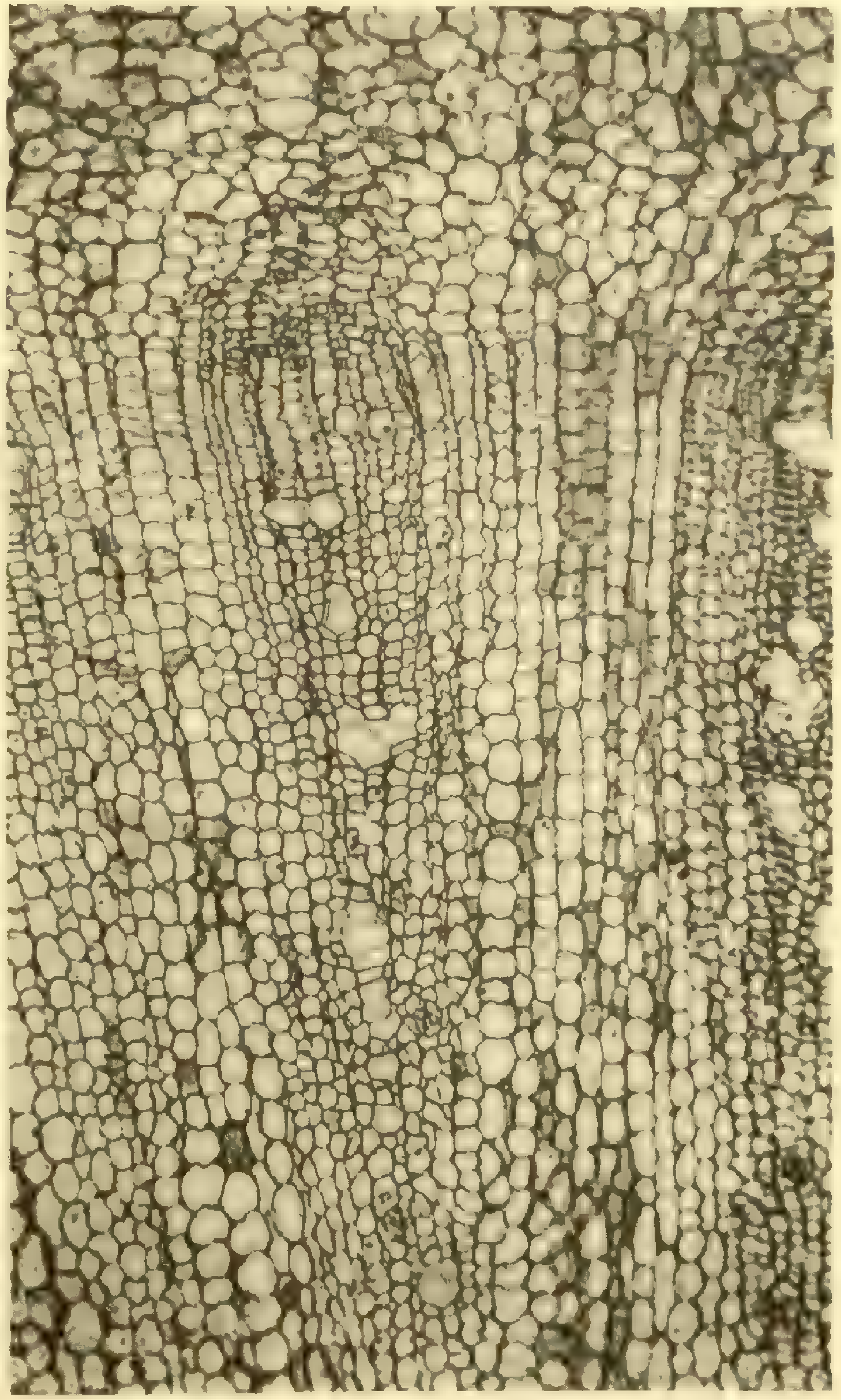
⁂

Un décret récent fixe les cadres et les traitements améliorés du personnel de culture du Muséum d'Histoire naturelle de Paris. Ce service comprendra 31 jardiniers titulaires et 14 jardiniers auxiliaires.

Nemours. — Imp. Henri Bouloy. *Le Gérant :* Henri Bouloy.



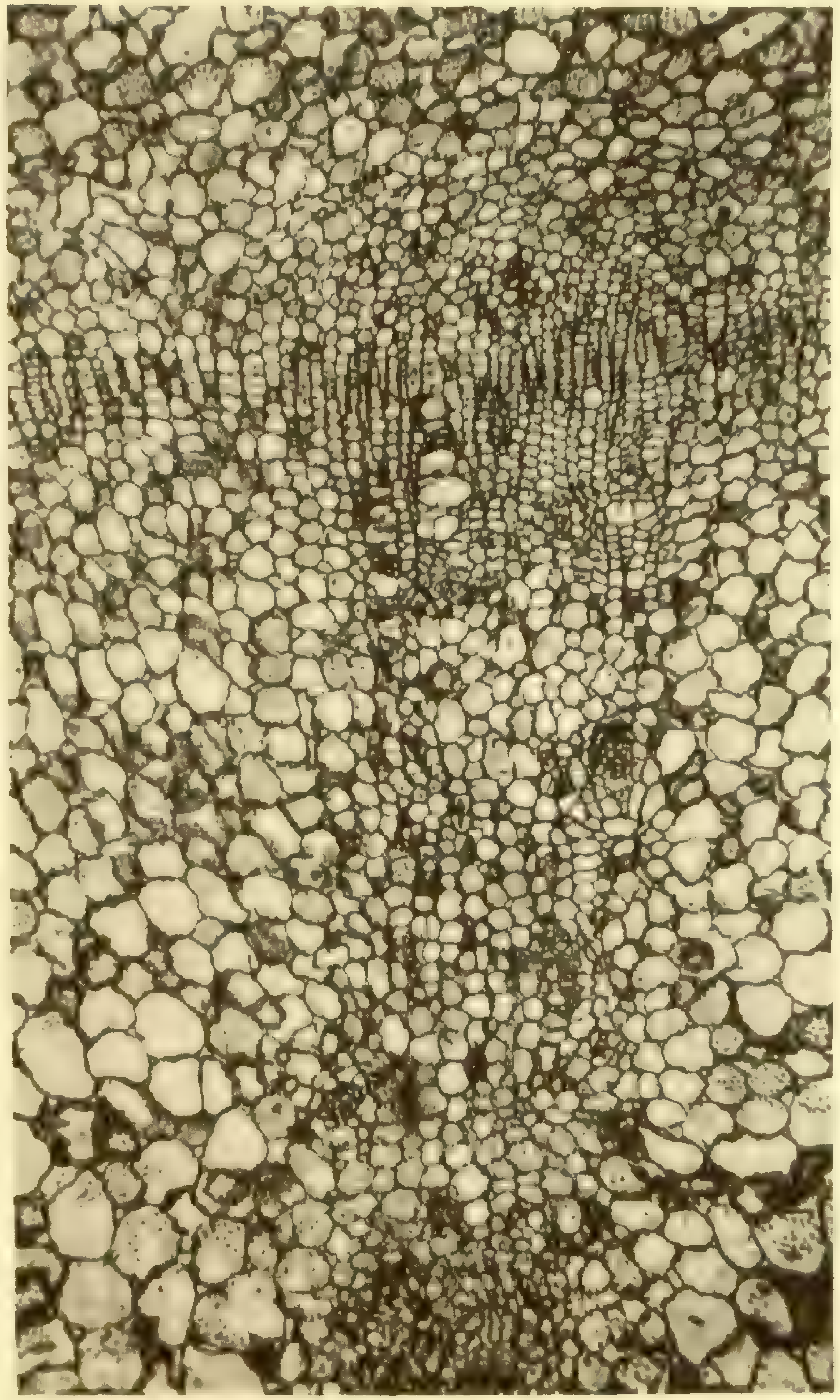
1



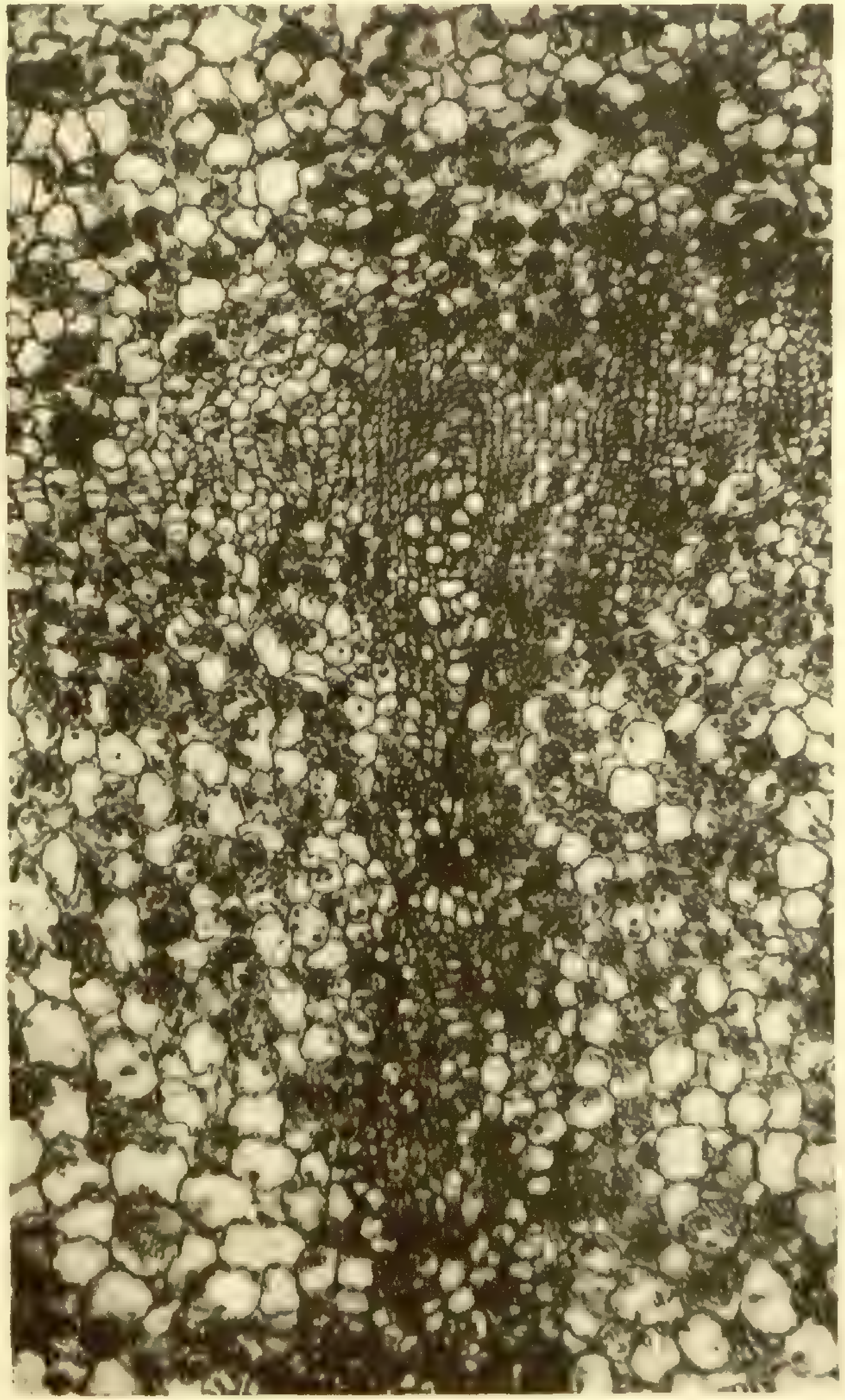
2

MOLLIARD, PHOT. E. LE DELEY, IMP.

Tubercules de Radis.



3



4

MOLLIARD, PHOT. E. LE DELEY, IMP.

Tubercules de Radis.

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME VINGT-SEPTIÈME

Livraison du 15 Juillet 1915

N° 319

Entered at the New-York Post Office
as Second Class matter

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
1, RUE DANTE, 1
—
1915

LIVRAISON DU 15 JUILLET 1915

I. — RECHERCHES SUR LE CHONDRIOME CHEZ LES CHAMPIGNONS ET CHEZ LES ALGUES, *troisième contribution à l'étude des mitochondries,* (avec planches et figures dans le texte), par **M. A. Guilliermond.** . . 193

II. — ARVET-TOUVET, BOTANISTE DAUPHINOIS, ET SON ŒUVRE *(suite et fin),* par **M. Marcel Mirande** . . . 208

III. — NOTES BIBLIOGRAPHIQUES 223

Cette livraison renferme 6 figures dans le texte
et les planches suivantes :

Planches 12 et 13. — *Chondriome dans* Pustularia vesiculosa.
Planches 14 et 15. — *Chondriome dans* Pustularia vesiculosa.

Pour tout ce qui concerne les Annonces, s'adresser à M. l'Administrateur de la Librairie générale de l'Enseignement, 1, rue Dante, Paris (Ve).

RECHERCHES
SUR LE CHONDRIOME
CHEZ LES CHAMPIGNONS ET LES ALGUES

Troisième contribution à l'étude des Mitochondries.

par **M. A. GUILLIERMOND.**

SOMMAIRE :

I Introduction.
- A *But du travail.*
- B *Technique.*

II Observations.
- A *Étude du périthèce de divers Ascomycètes supérieurs.*
  - 1 Evolution du chondriome dans l'asque.
  - 2 Aspect du chondriome dans les autres cellules.
  - 3 Rôle du chondriome dans les phénomènes sécrétoires. Élaboration des corpuscules métachromatiques dans le pseudoparenchyme.
  - 4 Phénomènes sécrétoires dans l'asque. Rôle probable des mitochondries dans l'élaboration du glycogène et des graisses.
- B *Autres espèces.*
  - a Étude de l'appareil de fructification des Agaricinées.
  - b Étude du mycélium et des appareils conidiens ou sporifères de divers champignons et des levures.
  - c Endomyces Magnusii, decipiens et fibuliger.
  - d Endomyces albicans et levures.
- C *Chondriome dans les Algues.*
  - a Spirogyres.
  - b Autres espèces.
  - c Cyanophycées.

III Considérations générales et conclusions.
- A *Résumé des résultats.*
- B *Considérations générales.*

I. — INTRODUCTION

A. BUT DU TRAVAIL. — La présence du chondriome a été signalée dans toutes les cellules animales qui ont été observées à ce point de vue, même dans celles des Protozoaires. Elle a été constatée dans ces dernières années dans les cellules les plus diverses des Végétaux. Le chondriome apparaît donc comme un élément constitutif de la cellule, aussi indispensable à la vie cellulaire que le noyau.

Il était naturel de penser que les Champignons et les Algues n'échappaient pas à la règle partout ailleurs constatée et possédaient dans leurs cellules un chondriome. Toutefois, au moment où nous avons commencé nos recherches sur ce sujet, en 1911, la présence du chondriome n'avait été observée que dans les Phanérogames. C'est nous qui la première fois dans une Note préliminaire (**9**) parue en juillet 1911, avons mis en évidence l'existence d'un chondriome dans les asques de *Pustularia vesiculosa*. Cependant nous faisons remarquer dans notre Note que les efforts que nous avons tentés pour différencier le chondriome d'autres champignons et notamment des levures ont échoué.

L'année suivante, Rudolph (1912) a constaté dans les cellules d'un *Achlya* des éléments qui ressemblent à des mitochondries, mais il n'osa pas affirmer qu'il s'agissait vraiment d'éléments mitochondriaux.

Poursuivant nos recherches sur le chondriome des Champignons, nous (**11**) avons suivi l'évolution des mitochondries pendant le développement de l'asque de *Pust. vesiculosa* (15 mars 1913). Nous avons montré que dans cette espèce, le chondriome est présent dans toutes les cellules du périthèce (cellules des paraphyses, du pseudoparenchyme et asques). Dans les jeunes asques, le chondriome se trouve réparti autour des deux noyaux primitifs : il forme autour de chacun de ces deux noyaux une masse mitochondriale constituée par une agglomération de chondriocontes confusément enchevêtrés les uns dans les autres. Lors de la fusion nucléaire, les deux masses mitochondriales se confondent en une seule, puis lorsque l'asque augmente de volume, les chondriocontes qui la constituent se disséminent dans tout le cytoplasme et forment sur leur trajet de nombreuses vésicules de sécrétion qui paraissent en relation avec l'élaboration des produits de réserve (glycogène, corpuscules métachromatiques et graisses) dont les asques sont le siège à ce moment. En même temps, nous signalons la présence d'un chondriome semblable dans les asques d'*Aleuria cerea* et de *Peziza Catinus*.

Un mois plus tard (15 avril 1913) Janssens, Van de Putte, Helschmortel ont donné une description du chondriome de la même espèce qui correspond en tous points à la nôtre dont ils n'avaient pas eu connaissance. Ces auteurs constatent en même temps l'existence d'un chondriome dans le *S. cerevisiæ*.

Quelques jours après (9 juin 1913), nous (**12**) montrions par l'examen d'un certain nombre de Champignons appartenant à des groupes variés que la présence du chondriome paraît être générale chez tous les Champignons ; nous décrivons un chondriome dans le mycélium de divers Champignons *(Penicillium glaucum, Botrytis cinerea, Endomyces Magnusii, Endomyces fibuliger et Endomyces albicans)*, dans les basides et les cellules pseudoparenchymateuses de l'hyménium de diverses Agaricinées et nous confirmons, sans les reconnaître, les résultats de Janssens, Van de Putte et Helschmortel en signalant un chondriome dans les *S. cerevisiæ* et *Ludwigii*.

Dans deux Notes postérieures (**13** et **14**) (juillet et août 1913), nous mettons en évidence, dans *Pustularia vesiculosa*, le rôle important que joue le chondriome dans l'élaboration des produits de réserve. Nous démontrons que dans les jeunes asques et dans les cellules du pseudoparenchyme du périthèce, les corpuscules métachromatiques naissent dans de petites vésicules formées sur divers points du trajet des chondriocontes. Le centre incolore de ces vésicules correspond à un corpuscule métachromatique que les méthodes mitochondriales laissent incolores, mais que l'on peut colorer métachromatiquement dans l'intérieur des chondriocontes en traitant par le bleu de Crésyl une préparation fixée et colorée par la méthode de Regaud. Ces vésicules se séparent du chondrioconte qui les a formées par résorption des parties effilées de ce dernier, puis émigrent dans les vacuoles où le corpuscule s'accroît dans l'intérieur de son écorce mitochondriale qui ne s'épuise que lorsque celui-ci est parvenu à sa maturité complète. La présence sur le trajet des chondriocontes d'autres vésicules qui ne renferment pas de corpuscules métachromatiques nous font penser que le glycogène et les globules de graisse se forment peut-être de la même manière au sein des chondriocontes.

Enfin nous décrivons la formation de corpuscules métachromatiques par le même procédé dans les basides et les cellules pseudoparenchymateuses de l'hyménium de diverses Agaricinées.

Poursuivant nos recherches sur le chondriome de *Pust. vesiculosa*, nous décrivons dans une autre Note (**15**) (décembre 1913) l'évolution du chondriome pendant les mitoses de l'asque et la sporogénèse.

De son côté, Lewitsky (décembre 1913) décrit le chondriome dans les Péronosporacées *(Albugo Bliti* et *candida)* et démontre que dans l'oogone de ces deux espèces les « *Gelben Körner* » décrits par Stevens apparaissent dans des vésicules mitochondriales, qui émigrent dans les vacuoles où ils achèvent leur développement, c'est-à-dire absolument comme les corpuscules métachromatiques d'après nos observations.

L'année suivante, (**1**) (mars 1914), Beauverie met en évidence l'existence du chondriome dans une Urédinée *(Puccinia Malvacearum)* et confirme dans cette espèce nos résultats relatifs à l'origine mitochondriale des corpuscules métachromatiques. Mais ici, les corpuscules sont élaborés au sein des mitochondries granuleuses et non dans des chondriocontes.

Presqu'en même, temps paraît une Note de Madame Moreau (**2**) qui confirme les résultats de Beauverie sur le chondriome des Urédinées.

Dans une Note ultérieure (avril 1914), Beauverie (**2**) vérifie nos observations sur le chondriome des Agaricinées et son rôle dans l'élaboration des corpuscules métachromatiques avec l'étude du *Psalliota campestris*.

Enfin Fernand Moreau (**3**) (juillet 1914) met en évidence le chondriome de *Sporodinia grandis*, et montre que, dans l'œuf de cette espèce, les corpuscules métachromatiques prennent naissance au sein de mitochondries granuleuses.

Chez les Algues, le chondriome n'a été l'objet encore que d'un très petit nombre de recherches. En 1911, à la suite de nos recherches sur l'origine des plastes des Phanérogames, Le Touzé montre que dans les Phéophycées, les chloroplastes ne sont pas représentés dans les cellules les plus jeunes des méristèmes et se différencient dans les cellules plus âgées à partir de bâtonnets ressemblant à des chondriocontes. Aussi admet-il que les chloroplastes de ces Algues résulteraient d'une différenciation des mitochondries comme dans les Phanérogames.

Peu de temps après, Nicolosi Roncati (1912) confirme cette opinion et démontre que les chloroplastes dans les Phéophycées et les Floridées ont une origine mitochondriale.

Rudolph (1911) met en évidence dans une *Vaucheria* l'existence d'éléments ressemblant à des chondriocontes, mais dont il n'ose affirmer la nature mitochondriale.

Dans une Note parue en juillet 1913, nous (**6**) ne parvenons pas à différencier de mitochondries dans diverses Conjuguées (Spirogyres, *Cosmarium*, et nous montrons que ces Algues ne paraissent pas posséder un chondriome analogue à celui des cellules ordinaires. Le chromatophore très spécial de ces Algues présente les caractères histo-chimiques des mitochondries. Son rôle physiologique est plus général qu'on ne le pensait. Il n'élabore pas seulement le chlorophylle et l'amidon, mais aussi des graisses, des corpuscules métachromatiques et autres produits qui sont élaborés dans les autres cellules par des mitochondries. Aussi sommes-nous amenés à admettre que ce chromatophore représente un chondriome condensé en un organe unique, de forme spéciale.

Enfin récemment (1914), Fr. Moreau (**2**) a signalé chez les *Vaucheria* l'existence de corpuscules extranucléaires qui ont les réactions histo-chimiques des mitochondries et qu'il considère comme des mitochondries granuleuses. L'auteur insiste sur la fréquence des figures de division de ces corpuscules : cette division s'effectue par allongement suivi d'étirement.

Le nombre croissant des publications sur les mitochondries des Champignons qui ont paru dans ces derniers mois depuis que nous avons mis en évidence le chondriome des Champignons, notamment la publication des Notes de Janssens et de ses collaborateurs, bientôt suivies des recherches de Beauverie et de M. et Mme Moreau, nous décident à exposer dès maintenant les résultats définitifs des recherches commencées dès 1911, dont nous avons déjà résumé les résultats les plus importants dans les Notes préliminaires que nous venons d'analyser. Nous y ajouterons les recherches que nous avons commencées sur le chondriome des Algues. Ces recherches sont bien entendu incomplètes, car le sujet est très vaste. Elles laissent de nombreuses lacunes que nous nous efforcerons de combler dans l'avenir. Mais nous croyons posséder un nombre de faits suffisamment importants pour être l'objet d'un premier mémoire sur cette question.

B. Technique. — La différenciation du chondriome présente ordinairement chez les Champignons une certaine difficulté. Aussi dans nos premières recherches commencées dès 1909 sur les levures, nous n'avions pu réussir à mettre en évidence un chondriome et dans notre première Note préliminaire de 1911, sur un certain nombre de Champignons examinés, nous n'avons pu observer les mitochondries que dans l'asque de *Pust. vesiculosa.* La principale difficulté réside dans le fait que les cellules des Champignons étant très minces, il est souvent difficile de les couper, condition essentiellement nécessaire à la mise en évidence du chondriome. C'est pourquoi, dans les levures où les coupes sont les plus difficiles à réaliser, il est le plus malaisé d'obtenir la différenciation des mitochondries. Il faut donc avant tout faire des coupes aussi minces que possible.

Les méthodes que nous avons employées sont : la méthode IV de Regaud, la méthode de Benda, celle de Altmann et une méthode qui est à peu près celle qui a été recommandée par Meves. Elle consiste en : fixation par la liqueur de Flemming sans acide acétique, pendant 8 jours, lavage à l'eau courante pendant une heure, traitement dans une solution de bichromate de potassium à 2 °/₀ pendant 24 heures, lavage à l'eau pendant 24 heures, puis traitement pendant 24 heures dans une solution d'acide pyroligneux 100 ^{ccm3} et d'acide chromique 100 ^{ccm3}, enfin coloration par la méthode de Heidenhain.

La méthode de Regaud, avec mordançage de durée variable selon les cas, donne en général d'excellents résultats. Dans certains cas, cependant, elle ne réussit pas bien, fixe mal les cellules et ne fournit qu'une médiocre différenciation du chondriome. Il faut avoir recours alors à la méthode de Meves que nous venons de décrire. Celle-ci donne ordinairement de très bons résultats, mais comme la méthode de Regaud ne réussit pas toujours. Souvent, il est bon de traiter par l'eau oxygénée les objets fixés par cette méthode lorsque les cellules renferment trop de graisses. On réussit toujours à obtenir la différenciation du chondriome en essayant ces deux méthodes. Il y a des cas où la même méthode ne réussit pas pour le même objet à tous les stades de son évolution. Par exemple pour les asques de *Pustularia vesiculosa,* la méthode de Regaud donne de belles préparations des premiers stades du développement de l'asque jusqu'aux mitoses et ne fournit que de médiocres résultats pendant les mitoses et la sporogenèse ; la méthode de Meves permet au contraire de mettre en évidence avec beaucoup de netteté l'évolution du chondriome pendant cette seconde phase du développement de l'asque.

La méthode de Sjöwal ne fournit que de mauvaises préparations. Quant aux méthodes de Altmann et de Benda, elles sont tellement délicates et produisent des résultats si irréguliers que nous ne les avons employées que dans des cas spéciaux. Nous nous en sommes servi surtout pour étudier les rapports qui peuvent exister entre les réserves graisseuses des asques et les mitochondries. Ces deux méthodes (la première étant employée après fixation au Flemming sans acide suivie de postchromisation), permettent de différencier à la fois les mitochondries colorées en violet (Méthode de Benda) ou en rouge (Méthode de Altmann) et les graisses brunies par l'acide osmique. Avec la méthode de Altmann surtout les graisses colorées en brun foncé ressortent avec une grande netteté des chondriocontes teints en rouge intense.

Dans quelques cas cependant, ces méthodes réussissent bien et donnent d'excellentes préparations, par exemple dans certaines Algues (*Cosmarium parvulum*, Spirogyres) et dans le *Penicillium glaucum*.

Nous nous sommes souvent servi pour observer les relations entre les corpuscules métachromatiques et le chondriome d'une méthode qui consiste à traiter par le bleu de Crésyl des préparations colorées préalablement par la méthode de Regaud et qui permet de colorer métachromatiquement en rouge violacé ces corpuscules dans l'intérieur des mitochondries teintes en noir. Nous l'exposerons plus en détail plus loin.

II. — OBSERVATIONS

A. Etude du périthèce de divers Ascomycètes supérieurs.

Ce sont naturellement les champignons supérieurs (Ascomycètes et Basidiomycètes) qui par la forte dimension de leurs asques et de leurs basides présentent le plus de facilité pour l'observation du chondriome et de son évolution. C'est donc par là que nous aborderons cette étude.

A) PUSTULARIA VESICULOSA. — Parmi toutes les espèces d'Ascomycètes que nous avons examinées, celle qui s'est montrée de beaucoup la plus favorable est *Pustularia vesiculosa*. C'est cette espèce qui nous a surtout servi d'objet d'étude, aussi nous la prendrons d'abord comme exemple

Dans une coupe longitudinale du périthèce de *Pustularia vesiculosa*, fixée et colorée par la méthode de Regaud, il est facile de constater que toutes les cellules (filaments ascogènes, cellules des paraphyses et du pseudoparenchyme) renferment un chondriome plus ou moins riche. Mais c'est dans les asques que les mitochondries sont les plus nombreuses.

1) ÉVOLUTION DU CHONDRIOME DANS L'ASQUE. — Suivons d'abord le développement des asques. Les hyphes ascogènes renferment dans toutes leurs cellules un chondriome qui se trouve réparti sur l'un des côtés de chacun de leur noyau sous forme d'une petite masse mitochondriale (Pl. 12 et 13, fig. 1). Une bonne différenciation montre que chacune de ces masses est constituée par de nombreux chondriocontes et quelques mitochondries granuleuses étroitement serrés les uns contre les autres, formant ainsi une masse confuse.

Lorsque l'extrémité de l'un de ces hyphes s'est transformée en crochet ascogène à trois cellules, la cellule moyenne destinée à évoluer en asque, celle qui occupe la partie bombée du crochet et qui renferme deux noyaux, est pourvue de deux masses mitochondriales accolées chacune à l'un des noyaux, sur un de ses côtés (Pl. 12 et 13, fig. 2). Un peu avant la fusion des deux noyaux dont cette cellule est le siège ou en même temps que s'opère ce phénomène, on voit les deux masses mitochondriales se confondre en une seule. Aussi lorsque la fusion nucléaire est opérée, le noyau montre toujours une unique masse mitochondriale ayant plus ou moins la forme d'un croissant coiffant le noyau sur l'un de ses côtés (Pl. 12 et 13, fig. 4).

A partir de ce moment, le jeune asque commence à s'allonger. Il présente alors dans son tiers supérieur un cytoplasme dense et homogène au milieu duquel se trouve le noyau coiffé de sa masse mitochondriale et dans sa région basale un cytoplasme rempli de vacuoles (Pl. 12 et 13, fig. 5). Un peu plus tard, lorsque l'asque a acquis un certain développement, on voit apparaître dans la région supérieure, au-dessus du noyau, de nombreuses vacuoles. A ce stade les éléments qui constituent la masse mitochondriale située sur un des côtés du noyau ne tardent pas à s'espacer et à entourer le noyau sur tout son pourtour. (Pl. 12 et 13, fig. 6). Ces éléments montrent alors nettement leur forme : ce sont en majeure partie des chondriocontes, grêles, flexueux et le plus souvent très allongés, entremêlés d'un petit nombre de mitochondries granuleuses. Enfin à un stade ultérieur, on voit se former à l'extrémité apicale de l'asque une sorte de calotte de cytoplasme dense et homogène (Pl. 12 et 13, fig. 8 à 12).

De la sorte, l'asque se montre constitué par un cytoplasme vacuolaire occupant toutes les parties infranucléaires et supranucléaires, par une bande de cytoplasme dense et homogène occupée par le noyau au centre de la cellule, enfin par une calotte de cytoplasme de même nature située dans la région apicale. A ce stade, les éléments du chondriome deviennent très nombreux et se disséminent dans tout le cytoplasme y compris la trame qui borde les vacuoles, mais ils se localisent surtout dans le cytoplasme dense qui entoure le noyau et dans celui qui se trouve situé à l'extrémité apicale de l'asque (Pl. 12 et 13, fig. 11 et 12).

Il est très intéressant de constater qu'à ce moment un grand nombre des chondriocontes forment à l'une de leurs extrémités ou dans leur région médiane un renflement occupé par une vésicule incolore (Pl. 12 et 13, fig. 7 à 10). Ils présentent alors l'aspect de têtard, de spermatozoïde, de fuseau. Souvent un même chondrioconte offre deux renflements vésiculeux, l'un à chacun de ses extrémités, ce qui lui donne l'aspect d'un haltère. Enfin il arrive qu'un même renflement au lieu de contenir une seule vacuole incolore en renferme deux ou trois séparées par de minces parois mitochondriales. Ce sont là les aspects bien connus que présentent les chondriocontes pendant leurs phases de sécrétion et qui rappellent tout à fait ce que l'on observe dans beaucoup de cas, par exemple pour l'élaboration de l'amidon dans les Phanérogames (**10**). Il n'est pas douteux qu'à ce stade, ils élaborent un produit de sécrétion. A côté de ces vésicules situées sur le trajet des chondriocontes, on observe d'autres vésicules de même dimension et analogues aux précédentes, mais placées en dehors des chondriocontes. Une observation attentive montre qu'elles se trouvent le plus souvent dans l'intérieur des vacuoles. Enfin, on observe en outre la production sur diverses régions du trajet des chondriocontes de petits renflements, non vésiculeux, homogènes, qui se détachent par résorption des parties effilées des chondriocontes qui les ont formés et apparaissent ensuite dans le cytoplasme sous forme de petits grains seulement un peu plus gros que les mitochondries granuleuses. Ce sont là encore des produits d'élaboration des chondriocontes.

Au cours du développement de l'asque, la calotte de cytoplasme homogène, qui coiffe l'asque dans sa région supérieure, subsiste, mais le cytoplasme dense qui occupe le milieu de la cellule dans la région périnucléaire s'amincit progressivement à l'avantage du cytoplasme vacuolaire de telle sorte que le noyau arrive à se trouver en contact à ses deux pôles avec les vacuoles (Pl. 12 et 13, fig. 11 et 12). A ce moment, les vésicules et les petits grains homogènes formés par les chondriocontes deviennent de plus en plus nombreux. On sait en effet qu'au cours de son développement, l'asque est en voie d'active sécrétion et élabore tous les produits qui s'accumuleront dans l'épiplasme et serviront à alimenter les spores pendant leur formation. Nous nous bornerons pour l'instant à constater l'existence de ces phénomènes qui sont le témoignage de la phase sécrétoire du chondriome, nous réservant de revenir sur cette question physiologique après avoir achevé l'étude de l'évolution du chondriome dans l'asque.

Bientôt, l'asque arrive à son complet développement ; à ce moment les phénomènes sécrétoires, sans s'arrêter complètement, se ralentissent notablement. C'est alors que commencent les divisions nucléaires auxquelles fait suite la formation des spores. A la phase sécrétoire succède donc la phase de la sporogenèse. L'étude de cette seconde phase du développement de l'asque est plus difficile à suivre que la première et la méthode de Regaud qui réussit très bien pour mettre en évidence les phénomènes que nous venons de décrire est généralement insuffisante pour l'étude de l'évolution du chondriome pendant la sporogenèse. Il faut avoir recours si l'on veut obtenir de bonnes préparations à la méthode de Meves que nous avons indiquée précédemment.

Cette nouvelle phase se manifeste par une transformation très notable du contenu de l'asque : celui-ci se remplit dans toute sa moitié supérieure d'un cytoplasme très dense et homogène aux dépens duquel se constitueront les spores, tandis que sa moitié inférieure reste vacuolaire (Pl. 12 et 13, fig. 13). A la partie apicale de l'asque, on observe cependant une ou deux vacuoles assez volumineuses. Le cytoplasme dense de la moitié supérieure, au milieu duquel se trouve le noyau, renferme un très grand nombre de chondriocontes, minces, flexueux, ordinairement très allongés et orientés dans le sens longitudinal de la cellule ; les mitochondries granuleuses sont au contraire extrêmement rares ou font complètement défaut. Aucun des chondriocontes de la moitié supérieure de l'asque ne présente les vésicules, si nombreuses au stade précédent. Ils semblent donc avoir cessé toute participation à la sécrétion.

Quant à la moitié inférieure de l'asque, elle renferme encore pendant quelque temps de nombreux et longs chondriocontes répartis dans toute la trame cytoplasmique qui limite les vacuoles : la plupart de ceux-ci offrent à l'une de leurs extrémités ou en plusieurs points de leur trajet des vésicules analogues à celles qu'on observait dans les stades précédents (Pl. 12 et 13, fig. 17). Ces vésicules sont souvent très grosses. Mais peu à peu les chondriocontes deviennent moins nombreux dans cette région et bientôt le chondriome s'y trouve réduit à un petit nombre de chondriocontes allongés et tendant à se résoudre en chondriomites et en mitochondries granuleuses (Pl. 12 et 13, fig. 25). Ces chondriocontes n'offrent plus alors aucune vésicule de sécrétion.

C'est au stade suivant, au moment où la sécrétion tend à ne plus se manifester que commencent les divisions de l'asque (Pl. 12 et 13, fig. 13 à 16). Pendant ces divisions, on constate que les éléments du chondriome ne semblent jouer aucun rôle actif dans ce phénomène : ils s'écartent seulement des deux pôles du noyau, repoussés par les asters et laissent un petit espace dépourvu de mitochondries, correspondant aux régions occupées par les deux asters qui ne se différencient pas par les méthodes mitochondriales. En outre, au voisinage des espaces occupés par les asters, les chondriocontes semblent subir une certaine orientation plus ou moins parallèle à la direction des fibrilles de l'aster.

Au contraire, l'évolution du chondriome présente au stade ultérieur, pendant la délimitation des spores, des phénomènes très intéressants. On sait que les troisièmes mitoses s'effectuent dans le sens transversal de l'asque et que les noyaux fils qui résultent de ces divisions se placent par paire des deux côtés de la membrane. L'asque renferme donc, à la suite des troisièmes mitoses, 8 noyaux disposés par 4 le long des deux régions latérales de la cellule, tout près de la membrane. Ces noyaux sont munis chacun d'un prolongement qui les relie à leur centrosome respectif encore entouré de l'aster (fig. 1).

Après les trois mitoses successives de l'asque, les chondriocontes se trouvent toujours disséminés en très grand nombre dans tout le cytoplasme, sauf au voisinage des asters qui persistent à l'un des pôles de chaque noyau, mais ils sont maintenant sensiblement plus

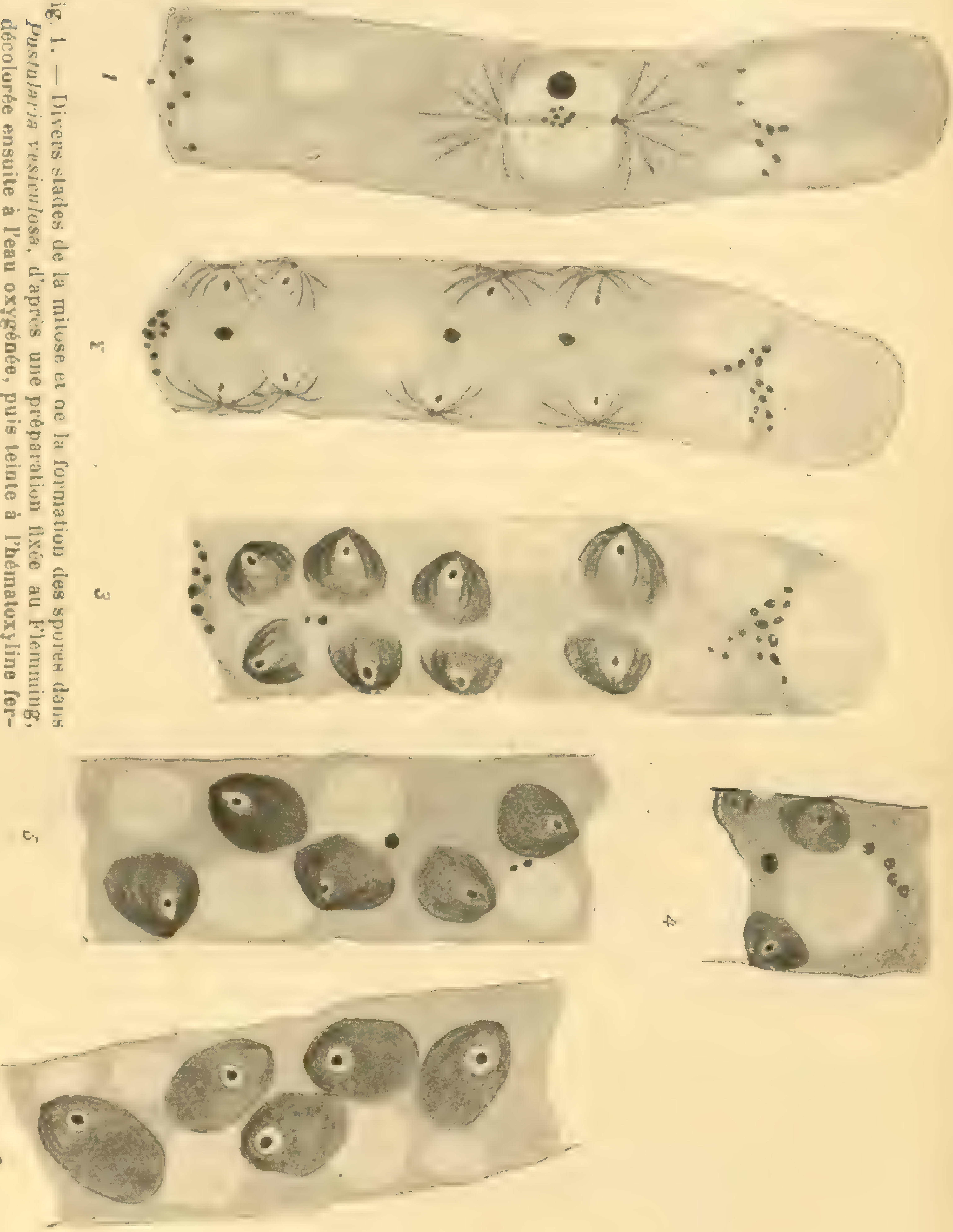


Fig. 1. — Divers stades de la mitose et de la formation des spores dans *Pustularia vesiculosa*, d'après une préparation fixée au Flemming, **décolorée ensuite à l'eau oxygénée, puis teinte à l'hématoxyline ferrique. Le chondriome n'est par conséquent pas différencié.**

1. — Première mitose. Les fibrilles des asters sont visibles, **mais** le chondriome n'est pas représenté, étant dissous **pendant la fixation. — 2. — Fin de la troisième mitose. — *3* à *6*. — Délimitation des spores par recourbement** de l'aster autour de chaque noyau. Grossissement : environ 1.500.

courts qu'aux stades précédents. A ce stade, les spores se délimitent, comme l'a démontré Harper et comme nous l'avons nous-mêmes (**2**, **3**, et **4**) vérifié dans nos précédentes recherches, au moyen des fibrilles de l'aster : celles-ci se recourbent autour du noyau comme les baleines d'un parapluie et délimitent un petit espace cytoplasmique arrondi qui est l'ébauche de la spore (Fig 1). Or, pendant ces phénomènes, les chondriocontes de la moitié supérieure de l'asque (celle où se différencient les spores), qui étaient restés disséminés dans tout le cytoplasme, viennent en majeure partie s'introduire dans les ébauches des 8 spores. Au début de la délimitation de ces spores, les ébauches des spores offrent une forme hémisphérique dont le sommet est occupé par le centrosome (Pl. 12 et 13, fig. 19, 20, 21 et 23). *(Comparez ces figures à la figure 1 du texte).* Le noyau est placé au-dessous du centrosome, dans un cytoplasme dense et homogène, complètement dépourvu de mitochondries, qui correspond à la région occupée par les fibrilles de l'aster recourbé autour du noyau et que les méthodes mitochondriales ne permettent pas de distinguer. Ce n'est qu'au pôle de la spore opposé au centrosome que se localisent les chondriocontes : ceux-ci sont agglomérés dans cette région en une masse confuse. A un stade ultérieur, les spores s'enveloppent d'une membrane cellulosique, puis s'allongent et prennent une forme ovale (Pl. 12 et 13, fig. 23). Pendant ce temps, le noyau reste toujours situé à l'un des pôles de la spore et se trouve entouré d'un cytoplasme exempt de mitochondries, correspondant aux fibrilles de l'aster qui à ce stade persistent encore en partie, ainsi que le centrosome. Le chondriome occupe toujours la partie de la spore située au-dessous du noyau et apparait sous forme d'une masse mitochondriale confuse. Plus tard, lorsque les spores ont augmenté de volume, elles perdent toute trace des fibrilles de l'aster et leur noyau vient se placer dans la région médiane. A ce moment, les bâtonnets mitochondriaux se disséminent dans tout le cytoplasme de la spore et se transforment en longs chondriocontes. En même temps apparaissent dans le cytoplasme de la spore de petites vacuoles.

Après la délimitation des spores, le cytoplasme de la moitié supérieure de l'asque qui n'a pas été utilisé à la formation des spores ne renferme plus que très peu de mitochondries, la plus grande partie des éléments du chondriome de cette région s'est introduite dans les spores. Dans l'épiplasme, surtout aux extrémités basales et apicales de l'asque, on observe des grains assez gros colorables par l'hématoxyline ferrique et dont nous n'avons pu préciser le rôle. (Pl. 12 et 13, fig. 14, 15, 19, 20 et 24). Il est possible qu'ils représentent simplement des corpuscules métachromatiques car dans les préparations colorées au bleu de Crésyl, on observe dans les mêmes régions des amas de corpuscules métachromatiques qui présentent le même aspect que ces grains. Par suite de conditions spéciales, ces corpuscules se coloreraient donc ici par l'hématoxyline ferrique (1), alors que dans les autres régions ils resteraient incolores.

Ainsi, au cours de la sporogenèse, les chondriocontes qui ont achevé leur participation aux phénomènes sécrétoires, ne jouent qu'un rôle passif pendant les mitoses, puis se répartissent en majeure partie entre les 8 spores de manière à ne laisser subsister dans l'épiplasme qu'un très petit nombre d'entre eux.

Enfin, un point intéressant est le fait que pendant les mitoses et la formation des spores, les régions occupées par les fibrilles des asters sont complètement dépourvues de mitochondries. Il y a donc une délimitation très nette entre le cytoplasme nourricier ou trophoplasme et le kinoplasme. C'est là un fait qui semble général, car il a été observé partout en cytologie animale.

2) Aspect du chondriome des autres cellules du périthèce. — Les cellules des paraphyses (Pl. 12 et 13, fig. 26 à 28) renferment un chondriome assez abondant, constitué en majeure partie par de longs chondriocontes orientés parallèlement dans le sens de la longueur de la cellule.

Quant aux cellules du pseudoparenchyme, elles possèdent toutes aussi leur chondriome et celui-ci présente une série de phénomènes très intéressants que nous ne ferons que résumer d'une manière très brève ici pour y revenir plus loin à propos des phénomènes sécrétoires.

---

(1) Ceci n'a rien qui puisse nous étonner, car on sait par nos recherches antérieures que les corpuscules métachromatiques se comportent d'une manière très irrégulière vis-à-vis de l'hématoxyline ferrique. Après fixation au Picroformol, au Lenhossék ou au Perenyi tantôt ils se colorent, tantôt ils restent absolument incolores, sans qu'on puisse en préciser la cause. Il est possible que cela tienne à l'altération plus ou moins intense de l'écorce mitochondriale qui entoure les plus jeunes d'entre eux, mais cela ne suffit pas à expliquer entièrement ces particularités, car on trouve aussi de gros corpuscules arrivés à l'état de maturité, qui doivent par conséquent ne plus posséder d'écorce mitochondriale et qui néanmoins se colorent dans certains cas.

Dans les périthèces très jeunes, ces cellules renferment un chondriome assez riche, constitué à peu près exclusivement par des chondriocontes, très allongés, souvent ramifiés et généralement situés au contact des noyaux (Pl. 12 et 13, fig. 29). Dès le début, ces éléments semblent être le centre d'une active sécrétion. Ils produisent sur plusieurs points de leur trajet un grand nombre de petits renflements, tantôt pleins, tantôt occupés par une vésicule (Pl. 14 et 15, fig. 1 à 11). Ces renflements et ces vésicules paraissent ensuite se détacher des chondriocontes, s'introduire dans les vacuoles et s'y développer. On rencontre en effet dans ces dernières de grosses vésicules entourées d'une paroi mitochondriale. Plus tard, dans les périthèces âgés, le chondriome devient très pauvre et se réduit seulement à quelques mitochondries granuleuses (Pl. 14 et 15, fig. 11).

(A suivre.)

ARVET-TOUVET
BOTANISTE DAUPHINOIS
ET SON ŒUVRE

par M. Marcel **MIRANDE**

(*suite et fin*)

Analysons sommairement ce *Conspectus.*

Nous savons déjà que le sous-genre *Stenotheca* n'est représenté en Europe que par deux espèces seulement, constituant la section *Tolpidiformia.*

Nous avons vu plus haut comment Arvet-Touvet, après avoir étudié les espèces et formes américaines, a envisagé les *Stenotheca* et a introduit dans ce sous-genre des divisions nouvelles.

Nous n'examinerons donc ici que les sous-genres *Pilosella* et *Archieracium.*

Le système du sous-genre *Pilosella* comprend, en 1913, 10 groupes ; soit 5 de plus qu'en 1888.

Le groupe nouveau des *Flagellina* Arv.-T. est détaché des *Pilosellina* en entraînant avec lui le *Hieracium Faurei* Arv.-T. et le *H. auriculiforme* Fries.

Le groupe nouveau des *Rubellina* Arv.-T. est détaché également des *Pilosellina*, entraînant les *H. biflorum* Arv.-T. et *H. fuciflorum* Arv.-T.

Le vieux groupe des *Pilosellina* de Fries est donc envisagé d'une manière nouvelle et devient *Pilosellina* Arv.-T.

Les groupes nouveaux des *Pratellina* Arv.-T. et des *Aurantellina* Arv.-T. sont découpés dans les anciens *Auriculina* de 1888. Le premier entraîne avec lui *H. pratense* Tausch et les *H. corymbuliferum* Arv.-T. et *flammula* Arv.-T. Le second, qui contient le *H. aurantiacoides* Arv.-T. a pour chef de file le magnifique *H. aurantiacum* de Linné.

Le cinquième groupe nouveau, celui des *Setigerina,* est détaché des anciens *Cymelina*, entraînant avec lui le *H. anchusoides* Arv.-T. ; c'est en somme le sous-groupe *Anchusoïdea* du *Conspectus* de 1880 qui est élevé à un grade supérieur.

L'ancien groupe des *Rosellina* de 1888 empiète sur les anciens *Pilosellina* en prenant parmi ses espèces le *H. hybridum* Chaix et le *H. primuliforme* Arv.-T., il prend aussi le *H. spurium* Chaix aux anciens *Cymellina.*

Le groupe des *Auriculina* de 1913 diffère aussi de celui de 1888 en ce qu'il prend le *H. glaciale* Reyn. aux anciens *Rosellina.*

Le groupe *Præaltina* est le seul qui ne subisse aucune transformation.

La systématique du sous-genre *Pilosella* est donc très remaniée dans la conception dernière d'Arvet-Touvet.

Dans le *Conspectus* de 1907 nous avons vu Arvet-Touvet diviser les *Archieracium* en 13 sections. En 1913, il divise ce sous-genre en 11 sections, revenant exactement aux mêmes sections, dans le même ordre et avec les mêmes noms qu'en 1888. Cela provient de ce qu'il modifie, et avec grande raison, croyons-nous, sa manière de comprendre la section des *Aurella* placés en tête des *Archieracium.*

Dans son *Conspectus* de 1888, et même antérieurement, dans celui de 1885, Arvet-Touvet plaçait le groupe des *Aurellina* dans la section *Pulmonaroidea.* Les *Aurellina* sont, par le port, par la forme et la grandeur du péricline, intermédiaires entre les *Aurella* et les *Pulmonarea* (groupe dont les caractères généraux sont ceux de la section). En 1907, dans son *Conspectus novus,* les *Aurellina* entrent dans une section à part sous le nom d'*Aurelloidea ;* les limites de ce groupe sont même assez élargies pour en découper le groupe *Porrecta* qui prend place à côté des *Aurellina* dans la même section. En 1913, dans le *Conspectus* définitif, les *Porrecta* et les *Aurellina* rentrent dans la section des *Aurella,* ce qui semble plus rationnel. La section *Oreadea,* avec ses divers groupes, rentre dans les *Pulmonaroidea,* et l'on est ainsi revenu aux 11 sections primitives.

Voici comment on peut analyser en quelques lignes ce nouveau système des *Archieracium* en passant en revue chacune de ses sections :

1. — Nous avons vu comment la section *Aurella* Koch s'est modifiée par la rentrée des *Porrecta* et des *Aurellina* enlevés aux *Pulmonaroidea*. Le groupe *Græca* établit la transition entre les *Tolpidiformia* (sous-genre *Stenotheca*) et les *Aurella* par le groupe *Glauca ;* il a pour type le *H. græcum* Boiss. et Held.

2. — La section *Alpina* Fr. s'enrichit des *Caligata* Arv.-T. (*H. caligatum* Arv.-T.) et des *Amphitricha* Arv.-T. (*H. amphitrichum* Arv.-T. et Belli).

3. — Dans la section *Heterodonta* Arv.-T., le *H. cryptadenum* Arv.-T., le *H. Jacquinii* Vill. (*H. humile* Jacq.), le *H. scapigerum* Boiss. deviennent les chefs de file des trois groupes *Cryptadena* Arv.-T., *Jacquiniana* Arv.-T. (*prius Humilia*, 1906) et *Scapigera* Arv.-T.

4. — La section des *Pseudocerinthoidea* s'augmente seulement des *Dimorphotricha*, intermédiaires entre les *Cerinthoidea* et les *Pseudocerinthoidea* et ont pour chef de file le *H. dimorphotrichum* Arv.-T. (*Hieraciotheca hispanica*, VI, 1899).

5. — La section des *Cerinthoidea*, qui comprend peu d'espèces alpines, très riche, au contraire, en plantes pyrénéennes et espagnoles, que les découvertes d'Arvet-Touvet et Gaston Gautier ont donc considérablement élargie, est toute remaniée et accrue en groupes nouveaux. Elle contient plus de 160 espèces principales sur les 475 qu'en comporte le *Catalogus*, et un grand nombre d'espèces secondaires et de variétés. Les groupes les plus riches parmi les 11 que contiennent cette section sont les *Eriocerinthea* et les *Eucerinthea*.

6. — La section des *Andryaloidea* n'a subi aucune division nouvelle.

7. — La section des *Pulmonaroidea* est très remaniée. Comme on l'a vu plus haut, une partie des *Aurellina* ont réintégré la section des *Aurella ;* ce qui en reste constitue les *Oreita*. Les *Sartoriana* sont détachés des *Oreadea-scapigera*. Les *Bifida*, *Cæsiiformia* et *Trivialia* (groupe qui contient le polymorphe *Hieracium murorum)* sont constitués aux dépens des *Pulmonarea* scapiformes de 1888 ; les

Argutidentina et *Vulgata* (dont le chef de file est le *H. vulgatum* Fries) sont détachés des anciens *Pulmonarea* feuillés. Quant au onzième et dernier groupe de cette section, celui des *Abietina* ayant comme type le *H. abietinum* Reuter, il est entièrement nouveau et consacré à quelques espèces d'Angleterre, de Grèce et de Croatie.

8. — Les *Prenanthoidea* se trouvent aussi très remaniés. Ils comprennent 7 sections contre 3 en 1888. Les *Rapunculina*, *Subalpina*, *Præalpina*, *Strigosina* et *Jurassica* sont découpés dans les primitifs *Alpestria* ; les *Rapunculina*, en outre, empruntent une espèce aux anciens *Prenanthea*, le *H. constrictum* Arv.-T. Les *Prenanthea* subissent peu de changement, ils cèdent une espèce aux *Cotoneifolia*, le *H. isatidifolium* Arv.-T. Les *Cotoneifolia*, qui se rapprochent d'ailleurs, par leur caractère, des vrais *Prenanthea* d'un côté, et de l'autre des *Aurella* par les groupes *Villosa* et *Porrecta* et des *Alpina*, se voient enlever deux espèces qui sont transportées, l'une, le *H. seneciflorum* Arv.-T., dans les *Porrecta*, l'autre, le *H. Gombense* Lagerr., dans les *Alpina*, groupe *Hispida*.

9. — La section des *Picroidea* se fait simplement remarquer par l'introduction d'un groupe nouveau, celui des *Neopicridea*, où sont contenues 4 espèces des Pyrénées tant françaises qu'espagnoles, notamment le *H. Chamæpicris* Arv.-T., belle espèce endémique de premier ordre, le *H. Neopicris* Arv.-T., également endémique et de premier ordre.

10. — Peu de changements dans la section des *Australoidea*. Elle contient des *Hieracium* de Grèce, Dalmatie, Bulgarie, Silésie, Serbie, Italie méridionale, Sicile, Autriche, Corse. Dans nos Alpes françaises, elle est représentée par quelques espèces du groupe *Symphytacea*, contenant notamment le très polymorphe *H. heterospermum* Arv.-T. dont l'aire de dispersion, très vaste, va des Pyrénées à l'Asie Mineure.

11. — La section des *Accipitrina* est composée des mêmes 5 groupes que dans le *Conspectus* de 1907. En 1888, il y avait une section de plus, celle des *Eriophora* avec le seul *H. eriophorum* Saint-Amand qui passe dans le groupe *Umbellata*. Quelques espèces du groupe *Sabauda* passent dans le groupe *Corymbosa*.

Telles sont les grandes lignes de la Systématique des *Hieracium* telle qu'Arvet-Touvet la concevait au bout de presque un demi-siècle de patientes et probes recherches. Profondément pénétré de l'idée linnéenne, il ne lui est, naturellement, jamais venu à l'esprit de chercher à dégager l'enchaînement philogénétique des divisions de son système ; mais dans son *Catalogus*, en tête de chaque groupe, se trouve une courte diagnose latine indiquant très souvent les rapprochements principaux qui existent entre ce groupe et les autres.

CHAPITRE VI

Derniers détails sur l'œuvre et la vie d'Arvet-Touvet.

Telle est la partie fondamentale de l'œuvre scientifique d'Arvet-Touvet, car là ne se borna pas la contribution qu'il apporta à la science : il fit aussi œuvre de vulgarisation, et autour de lui, dans son Dauphiné, il s'efforça de répandre le goût de la botanique.

Il fut l'un des membres les plus actifs, après en avoir été l'un des trois membres fondateurs, de la *Société dauphinoise pour l'échange des plantes* qui, créée en 1874, s'éteignit en 1892, et collabora très puissamment, pendant cette période de dix-huit années, à la connaissance de la flore française en général et de la flore du Dauphiné en particulier. Les deux autres membres fondateurs étaient ces botanistes de grand mérite qui, avec l'abbé Ravaud, avaient guidé les premiers pas d'Arvet-Touvet dans la science des végétaux : J.-B. Verlot, directeur du Jardin des Plantes de Grenoble, et l'abbé P. Faure, supérieur du Petit-Séminaire du Rondeau. Cette Société, qui fut en rapports très actifs avec les Sociétés similaires de France et de l'étranger, existait déjà, à l'état embryonnaire, avant 1874, sous la forme d'une petite réunion de botanophiles dont le siège se tenait au Rondeau et qui n'exerçait son action que dans les limites restreintes de la région de Grenoble. A l'époque où naquit la *Société dauphinoise,* florissait au Séminaire du Rondeau, où Arvet-Touvet avait fait jadis ses études, un groupe enthousiaste de botanistes herborisants, une véritable école botanique, formée par un certain nombre d'abbés, professeurs au Rondeau même, ou prêtres du diocèse, dont le vénérable abbé P. Faure et le savant abbé Ravaud étaient l'âme (1). Le Rondeau resta pendant seize ans le siège social de la *Société dauphinoise* qui compta parmi ses membres ou ses collaborateurs des botanistes comme Timbal-Lagrave, Gandoger, Dr Grenier, Dr Cosson, Dr Gillot, Dr Bonnet, Loret, Déséglise, Doumet-Adanson, Patouillard, Adolphe Pellat, Franchet, Foucaud, Saint-Lager, etc., etc., pour ne parler que des Français. Jusqu'en 1890, le comité fut formé par les trois membres du début : Faure, Verlot et Arvet-Touvet.

Pendant ses dix-huit années d'existence, la *Société dauphinoise*, dont Arvet-Touvet était l'un des principaux rouages, distribua plus de 7.000 espèces et publia un Bulletin annuel. Cette Société fut utile à la Botanique en répandant dans les Herbiers bon nombre d'espèces peu connues ou nouvelles et en donnant dans les pages de son Bulletin de nombreuses notes et observations et des descriptions d'espèces nouvelles. Arvet-Touvet distribua dans les *exsiccata* de la Société beaucoup de ses types d'*Hieracium*, il publia dans le Bulletin des notes, communications et descriptions et, en 1880, son *Essai de classification sur les genres* **Pilosella** et **Hieracium**.

En 1881, Arvet-Touvet prit une part prépondérante à la fondation de la *Société des Sciences naturelles du Sud-Est*, à Grenoble, dont il fut le premier président et dont le but était la vulgarisation des sciences naturelles par le moyen de communications et d'échanges, de conférences et d'excursions publiques. La société publiait un Bulletin où l'on peut lire des allocutions, notes et communications nombreuses d'Arvet-Touvet. Cette Société eut malheureusement une durée éphémère, son dernier Bulletin fut publié en 1885. Elle devait plus tard, en 1906, renaître de ses cendres, sous une inspiration nouvelle et sous la forme de la *Société dauphinoise d'études biologiques*, ou *Bio-Club*, ainsi qu'on a coutume de l'appeler familièrement, actuellement en pleine prospérité.

En 1885, Arvet-Touvet, en collaboration avec J.-B. Verlot et l'abbé P. Faure, concourait activement à l'organisation des travaux et excursions de la Section botanique au Congrès tenu à Grenoble par *l'Association Française pour l'Avancement des Sciences.*

---

(1) Les professeurs du Rondeau avaient constitué, au bout d'un certain nombre d'années, un herbier très important (Plantes vasculaires, Bryophytes, Lichens, Champignons, Algues) qui, à l'époque de l'application des Décrets relatifs aux Congrégations, est devenu, grâce à nos soins, la propriété de la Faculté des Sciences de Grenoble. Nous avons acquis aussi, pour le compte de la Faculté, il y a trois ans, le très important herbier de l'abbé Ravaud, mort le 10 avril 1898.

Arvet-Touvet dédaignait les honneurs. A part ces manifestations extérieures pour le profit de la science, c'était un solitaire, travaillant au milieu de peu de livres parce qu'il étudiait surtout dans la Nature. Cet agriculteur, ce savant sut vivre si caché, si ignoré du monde officiel, qu'il fut épargné par le *Mérite agricole* et par les *Palmes accadémiques*. Il ne fit même partie d'aucune grande société savante de France ; cependant il se laissa nommer Membre correspondant étranger de l'*Académie royale des Arts et des Sciences* de Barcelone dans la même séance où fut nommé son ami et collaborateur Gaston Gautier, le 15 mars 1899.

Il ne s'occupa jamais de politique et même l'on chercherait vainement son nom dans les fastes des assemblées communales de son village de Gières.

⁂

Arvet-Touvet était un vrai savant ; c'était donc aussi un modeste. Dans ses premiers écrits, c'est en s'excusant de son inexpérience et de son ignorance qu'il présente ses opinions, qu'il expose ses idées. Même plus tard, lorsque avec les années il est devenu le maître incontesté en une spécialité difficile, il reste toujours modeste tout en ayant conscience de sa grande valeur. Il sait qu'il a acquis le peu qu'il sait par un travail opiniâtre et de longue haleine, et, à cause de cela, il fustige avec sévérité certains savants qui ont cru savoir beaucoup en peu de temps Même à la fin de sa carrière, il connaît l'imperfection de son sens analytique et combien il lui est facile de faire des erreurs ; il a le sentiment que ses travaux sont loin d'être définitifs et laissent encore un champ très vaste aux chercheurs futurs.

On a reproché à Arvet-Touvet d'avoir varié assez souvent sur la nomenclature des *Hieracium ;* le reproche semble fondé (1). Des

---

(1) Déjà en 1883, l'abbé Ravaud écrivant à Arvet-Touvet pour l'engager à publier bientôt une Monographie des *Hieracium*, lui disait :

...... ce serait une occasion de coordonner définitivement toutes les observations que vous avez présentées aux botanistes dans vos divers opuscules et de fixer les espèces que vous avez décrites ; ce dernier point est d'autant plus nécessaire que vous avez plus d'une fois modifié, à l'égard de quelques-unes, votre manière de voir : il résulte de ces modifications une certaine confusion qu'il serait très utile de faire disparaître.

charta emendata sont venus rectifier, au bout de peu de temps, un certain nombre d'étiquettes de l'*Hieraciotheca ;* des noms par lui inscrits au moment où il commençait la rédaction du *Catalogus* ont été remplacés par d'autres dans le cours de l'ouvrage ; il modifiait de nombreuses déterminations dans les matériaux que lui communiquaient ses correspondants ; son interprétation, au sujet d'un certain nombre de formes, a présenté des variations. C'est avec la meilleure grâce du monde qu'il reconnaissait ses erreurs, qu'il priait les botanistes de les lui signaler, et il donnait de ses variations une explication tout à fait équitable.

A son bon ami Belli, qui lui-même est amené un jour à lui faire des remarques au sujet de certaines variations, il répond :

> Vous me faites le reproche, très justifié d'ailleurs, je suis le premier à le reconnaître, de varier souvent dans mes déterminations, c'est-à-dire de ne pas encore connaître à fond toutes les espèces et variétés de ce terrible genre. Mais savez-vous ce qui m'étonne, connaissant ma faiblesse et les obscurités de ce formidable genre, c'est que je ne varie pas constamment et que je puisse sur certains points rester conforme dans ma manière de voir.

Un autre jour, il répond encore à son ami :

> Le reproche que vous me faites d'avoir varié sur un certain nombre de formes de ce genre critique est certainement *très mérité,* et je ne m'en défends point. Je crois, d'ailleurs, que ce reproche peut être fait à tous ceux qui ont essayé de s'en occuper jusqu'à ce jour. Et, pour ce qui me concerne, je dois vous avouer en toute franchise que mes doutes et hésitations sur un très grand nombre de formes, ayant pour conséquence des variations possibles, sont beaucoup plus considérables que vous ne pensez !...

Une autre fois, il lui écrit :

> Ne craignez pas de me rappeler mes erreurs toutes les fois que vous en trouverez l'occasion, afin que je les répare et que, aussi, à l'avenir, je tâche de m'en préserver. Notre unique souci doit être de connaître la Vérité !

Citons encore ce passage d'une autre lettre à son ami Belli :

> Dans ce genre extrêmement difficile et vraiment terrible quoique superbe, ce n'est que par des tâtonnements sans nombre et souvent par de multiples modifications, que l'on arrive enfin à se faire une idée nette d'une forme, d'une variété, voire même d'une espèce. Que les grands

esprits qui ont la prétention d'élucider un pareil genre sans défaillance lèvent la main et me jettent la première pierre ! . . . . Nous laisserons certainement beaucoup plus à faire après nous que nous n'aurons fait ! Mais si les Z et C^{ie} s'en mêlent et parviennent à s'y accréditer auprès des botanistes dont la très grande majorité n'y entendent absolument rien, tout est perdu peut-être à jamais, c'est le retour certain au chaos.

⁂

La puissance de travail d'Arvet-Touvet était énorme ; ce n'est que vers les dernières années de sa vie qu'affaibli par l'âge et par la maladie, il fut obligé de renoncer à l'exploration dans la Nature elle-même pour se confiner dans son cabinet de travail. Il se levait chaque jour de grand matin en toute saison et, en dehors de ses herborisations et de ses occupations de propriétaire, il passait tout son temps à la rédaction de ses notes, à la révision et à la détermination des collections et échantillons qui, nous l'avons dit, lui étaient envoyés de tout pays. Ces envois lui arrivaient surtout en automne, « comme les hirondelles nous viennent au printemps » disait-il, pour marquer la régularité et la quantité de ces envois.

Il écrivait un jour à son ami d'Italie au sujet d'un gros arrivage de plantes à étudier.

> Quand la neige tombe et que je ne puis sortir, combien j'aime à revoir ces vieilles connaissances, malgré tout le mystère qui plane encore souvent sur elles, sur leurs origines, leurs relations, leurs manières d'être, sur leurs vrais caractères spécifiques en un mot. A force de les étudier, de les observer, de les interroger de toutes les façons, il me semble parfois que l'horizon s'élargit et que les difficultés s'aplanissent ; mais je me garde bien de crier victoire, car je sais par expérience combien il m'en faut peu encore pour m'embarrasser et me dérouter !

Il vaquait aux travaux, variables avec les saisons, de son exploitation agricole qui, quoique petite, lui prenait beaucoup de temps ; il taillait lui-même sa vigne, ne voulant jamais laisser ce soin à un vigneron mercenaire qui n'eût pas apporté à cette besogne les mêmes soins que lui ; il plantait ou ensemençait son parterre, prenait une part active, chaque année, à l'aménagement de la partie de sa maison, dont la location, en été, lui apportait un supplément indispensable de revenus. Une autre partie de ses ressources fut tirée pendant quelques années d'une petite installation d'éclairage électrique qu'il avait fait monter pour profiter d'une canalisation d'eau qu'il possédait. Mais la propriété de ce canal, qui ne coulait pas en entier dans ses terres, lui attira, hélas! des contestations qui donnèrent lieu à un procès long et coûteux, à d'amers déboires qui vinrent troubler le repos de son esprit.

Pendant de longues années, il eut auprès de lui sa chère mère dont il entoura la vieillesse de soins pieux et vigilants ; elle mourut en 1891, à un âge avancé, après plus de dix mois de maladie pendant lesquels Arvet-Touvet ne quitta pas son chevet. Cette mort lui fut un deuil cruel et, en outre, apporta dans sa vie, au point de vue matériel, un changement désavantageux notable.

Arvet-Touvet connut donc des heures pénibles. Les moments de maladie furent fréquents, les soucis matériels de la vie furent souvent lourds ; il regrettait le temps parfois trop considérable qu'il enlevait à la science pour s'occuper de questions d'intérêt. Et ce fut la source de découragements qui, à plusieurs reprises, faillirent lui faire abandonner la Botanique.

Dans ces moments de tristesse, il fuit encore davantage la société des hommes :

> Voyez-vous, cher ami, écrivait-il à Belli en 1894, quand on étudie l'histoire naturelle, c'est-à-dire les merveilles de la Création telles qu'elles sont sorties des mains de Dieu, on est peu fait pour avoir des rapports d'affaires avec les hommes qui, tout en faisant partie des merveilles de la Création, sont loin, tels qu'ils se sont faits ou, si l'on aime mieux, refaits eux-mêmes, d'en être le plus bel ornement!

Les travaux de certains hiéraciologues ou de certains botanistes furent aussi pour lui une source de découragements.

Ecoutons cette plainte amère qu'il adresse, une certaine année, à son ami Gaston Gautier :

> Le factum de X est tout ce que nous devions attendre de lui, étant données son incompétence et sa suffisance. C'est une grotesque compilation à la Timbal, avec cette circonstance non atténuante que la bonne foi, ici, ne peut pas être invoquée. C'est, de tous points, une œuvre néfaste qui, loin de servir à la connaissance du genre, ne pourrait que l'obstruer et la rendre impossible à tout jamais, si elle était prise au sérieux et en considération par les botanistes. Pour s'en bien pénétrer, ils n'auront d'ailleurs qu'à s'adresser à lui pour la détermination de leurs récoltes ! Et je me félicite plus que jamais de la décision que j'ai prise de me retirer de la Botanique! C'est une œuvre de dupes, mon cher ami, que nous avons entreprise, et à

laquelle nous nous sommes voués pendant de longues années. Nous aurons peiné sans compter, pour rechercher sur tous les points de la France et de l'Espagne et présenter aux botanistes des faits nombreux et indiscutables permettant d'établir la connaissance de ce terrible genre sur des données sûres et certaines, et un X quelconque ou tout autre charlatan de ce genre viendra annihiler tout ce que nous aurons fait, ou rendre inutiles tous nos efforts et tous les résultats obtenus, en se targuant de sa suffisance, et se contentant, pour expliquer des choses et des principes qu'il ignore, de jeter de la poudre aux yeux des botanistes !

Dans ces heures de découragement, c'est surtout auprès de ses amis Belli et Gautier qu'il s'épanche, et ceux-ci savent trouver dans leur cœur les mots qui le consolent et relèvent son courage.

C'est dans l'affection de ces bons amis, dans sa puissance de travail, dans son enthousiasme pour sa belle science qu'il puise une partie de la force qui lui permet de surmonter ces découragements qui, nous le répétons, faillirent plusieurs fois lui faire abandonner la Botanique. Mais ce qui lui permit surtout de ne se laisser jamais abattre, c'est le profond sentiment qu'il possédait que la tâche scientifique qu'il avait entreprise était le devoir de sa vie : la science est un apostolat, elle doit aboutir à la découverte du vrai pour la plus grande gloire du Créateur de toutes choses, elle est un moyen de servir Dieu ; puisqu'il a l'honneur de pouvoir contribuer pour aussi peu que ce soit au grand œuvre de la Science, il doit poursuivre sa tâche jusqu'au bout !

⁂

Ce travailleur solitaire, ce bénédictin, avait un caractère qui l'isolait un peu du commerce des hommes. Tout entier consacré à la science, l'esprit toujours perdu dans la recherche philosophique des questions ardues du genre et de l'espèce, dans les problèmes biologiques suscités par ses constantes observations, il ne se plaisait que dans la contemplation de la Nature, et lorsque quelque réalité de la vie matérielle venait l'en distraire, on découvrait parfois un Arvet-Touvet bourru et grognon.

Mais c'était un grognard au cœur d'or ! Ses parents, ses amis excusaient d'avance ses bourrades et ses moments de mauvaise humeur. C'était un homme de grande bonté, dont la conversation spirituelle et enjouée était pleine de charme. Il n'avait de véritable antipathie que... pour les transformistes ou plutôt pour leurs doctrines et se consolait à la pensée que les théories évolutionnistes seraient tôt ou tard renversées par les faits.

Ceux qui ont eu l'honneur d'être ses confidents, comme Saverio Belli et Gaston Gautier, ceux qu'une communauté d'idées scientifiques a rapprochés de lui, les quelques vieux amis de son âge qu'un dîner fraternel réunissait parfois à Grenoble, ont apprécié la noblesse élevée de ses sentiments.

Sa vie fut celle d'un savant intègre et consciencieux. Après avoir passé cette vie à l'étude d'une question hérissé de difficultés, il ne se glorifiait pas des mérites de son œuvre, mais, nous l'avons dit déjà, les appréciait avec modestie. Il savait que, malgré son travail opiniâtre, il n'a pas tout vu ; que sur bien des points, malgré sa bonne volonté, il a mal vu. Tous ses écrits sont marqués au coin de la plus haute probité scientifique.

Il pouvait dire, comme Montaigne, pour marquer sa confiance et sa défiance à l'égard de son œuvre :

Ma conscience ne falsifie pas un iota ; mon inscience ie ne sçay.

Sous le voile superficiel et factice d'un léger scepticisme, c'était un chrétien convaincu, un croyant : la mort était pour lui le moyen d'aller enfin jouir de la Vérité suprême auprès du Dieu d'où sont sorties toutes les choses.

Né à Gières, ayant passé toute sa vie à Gières, il avait l'amour de la terre natale et appréciait grandement la consolation de pouvoir y dormir pour toujours. Il écrivait un jour à son ami Belli — et c'est la dernière citation que nous détachons de cette correspondance dont nous avons extrait de si nombreux fragments :

> ...... Votre lettre m'a fort touché. Ah! comme je comprends bien votre amour, immense, immortel, pour votre petit clocher! Cette neige qui en est le symbole et que vous portez dans votre cœur partout où vous allez, quoi de plus touchant au monde! Vous voulez la revoir et reposer un jour sous son doux linceul! Chère grande âme, je vous reconnais bien là !... Quand nous ne serons plus, la douce paix sous la neige de la petite patrie !

Et dans le petit cimetière de Gières adossé à la colline boisée qui se trouve dans la propriété d'Arvet-Touvet, nous nous sommes arrêté, il y a quelques jours, avec émotion, devant la tombe où, sous le blanc manteau qui lui était cher, repose le botaniste dauphinois, tombe où le vaillant soldat de 1870 est descendu quelques mois trop tôt, avant d'avoir vu la grande guerre libératrice et la revanche qui s'approche !

Grenoble, Janvier 1915.

Publications d'Arvet-Touvet.

1871. — Essai sur les plantes du Dauphiné. Diagnosis specierum novarum vel dubio præditarum. — Grenoble, imp. de Prudhomme, rue Lafayette, 14.

1872. — Essai sur l'Espèce et les Variétés, principalement dans les Plantes. — Grenoble, imp. de Prudhomme.

1873. — Monographie des *Pilosella* et des *Hieracium* du Dauphiné, suivie de l'Analyse de quelques autres plantes. — Grenoble, imp. de Prudhomme.

1876. — Supplément à la Monographie des *Pilosella* et des *Hieracium* du Dauphiné, suivi de l'analyse de quelques autres plantes. — Grenoble, imp. et lith. Veuve Rigaudin.

1880. — Essai de Classification sur les genres *Pilosella* et *Hieracium*, principalement pour les Espèces et les Formes de la région Sud-Ouest de l'Europe. — *Bull. de la Soc. Dauphinoise pour l'échange des plantes*, p. 278-292. Grenoble.

1881. — Spicilegium rariorum vel novorum *Hieraciorum* præcipue Americanorum et Europæarum. — Grenoble, imp. et lith. Veuve Rigaudin.

1882. — Lettre à M. Malinvaud au sujet de l'*Hieracium cymosum* (11 janvier). — *Bull. de la Soc. Bot. de France*, t. XXIX, séance du 29 fév., p. 97.

1883. — Notes sur quelques plantes des Alpes, précédées d'une Revue des *Hieracia Scandinaviæ exsiccata* de C.-J. Lindeberg. — Grenoble, imp. et lith. Veuve Rigaudin.

— Notes sur quelques plantes des Alpes, 1er supplément. Juin 1903. — Grenoble, imp. et lith. Veuve Rigaudin.

1885. — Commentaire sur le Genre **Hieracium**. — *Compte Rendu de l'Association Française pour l'Avancement des sciences*, Congrès de Grenoble 1885, p. 426.

1886. — Spicilegium rariorum vel novorum *Hieraciorum*. Supplément 1. — Grenoble, imp. et lith. Veuve Rigaudin.

— Spicilegium rariorum vel novorum *Hieraciorum*. Supplément 2. — Paris, lib. Jacques Lechevalier, rue Racine, 23.

1888. — Les *Hieracium* des Alpes françaises ou occidentales de l'Europe, 127 pages. — Lyon, Genève, Bâle : Henri Georg, libr. ; Paris : J. Lechevalier ; et *Bull. Ann. Soc. linnéenne de Lyon*, t. XXXIV, 1887.

1894. — *Hieracium* nouveaux pour la France ou pour l'Espagne, en collaboration avec Gaston Gautier, 1re partie. — *Bull. de la Soc. Bot. de France*, t. XLI, p. 328 et suiv.

1987. — *Hieraciorum* novorum descriptiones. — *Bull. de l'Herbier Boissier*, t. V, n° 9, sept. 1897, Genève.

— Révision des Épervières de l'Herbier de Haller fils. — *Annuaire du Conservatoire et du Jardin botaniques de* Genève, 1re année, 1897.

— Elenchus *Hieraciorum* novorum vel minus cognitorum præsertim in Herborio Delessertiano asservatorum. — *Ann. du Cons. et du Jard. botaniques de Genève*, 1re année, 1897.

— Sur un nouveau genre de Chicoracées. — *Ann. du Cons. et du Jard. botaniques de Genève*, 1re année, 1896.

1902. — Notes sur quelques *Hieracium* critiques ou nouveaux de l'Herbier Delessert. — *Ann. du Cons. et du Jard. botaniques de Genève*, 6e année, 1902.

— In E. Wilczeck : Notes sur les *Hieracium* des Alpes Suisses et limitrophes. — *Bulletin de la Murithienne*, Soc. valaisane des Sc. nat., fasc. XXXI, 1902.

1905. — *Hieracium* nouveaux pour la France ou pour l'Espagne, en collaboration avec Gaston Gautier, 2e partie. — *Bull. de la Soc. Bot. de France*, t. LI.

1907. — De quibusdam *Hieraciis* seu novis, seu male cognitis et confusis Italiæ vicinarumque Regionum. — *Ann. du Cons. et du Jard. botaniques de Genève*, X, 1906-1907.

1908. — *Hieraciotheca Gallica et Hispanica*, en collaboration avec Gaston Gautier. *Exsiccata* en 20 fascicules, chacun avec une table des matières. — Table générale des espèces, variétés et synonymes. — Narbonne, imp. F. Gaillard. — Les *Hieraciotheca* ont été publiés en dix exemplaires déposés dans les dix établissements scientifiques d'Europe dont la liste a été donnée dans le présent Mémoire.

1913. — *Hieraciorum* præsertim Galliæ et Hispaniæ Catalogus systematicus, 480 p. — Paris, lib. des Sc. nat. Léon Lhomme.

Collections d'Arvet-Touvet.

Les héritiers d'Arvet-Touvet ont fait don à la Faculté des Sciences de l'Université de Grenoble des Herbiers d'*Hieracium* du botaniste de Gières.

Ces collections sont déposées dans les Galeries des Herbiers de l'Institut de Botanique, dans une petite salle qui porte le nom d'Arvet-Touvet. Nous avons placé aussi dans cette salle tout ce que nous avons pu recueillir des manuscrits et de la correspondance de ce savant.

Mme Veuve Gaston Gautier et M. Armand Gautier, membre de l'Institut, ont bien voulu se dessaisir, sur notre prière, des lettres écrites par Arvet-Touvet à Gaston Gautier de 1903 à 1911. Ces lettres sont également déposées dans la salle Arvet-Touvet.

Dans sa séance du 6 juin 1914, le Conseil de l'Université de Grenoble, sur notre demande, a décidé de faire graver le nom d'Arvet-Touvet sur le marbre des Bienfaiteurs de l'Université.

Les collections d'Arvet-Touvet sont les suivantes :

1° *Hieraciotheca et Gallica et Hispanica ;*
2° *Hieracia Scandinavica exsiccata* de C.-J. Lindeburg ;
3° *Hieracia Nægeliana* de Nœgeli et Peter ;
4° Herbier général des *Hieracium*.

Cet herbier est classé (à part quelques légères variantes) suivant le *Conspectus dispositionis* du *Catalogus systematicus*. Cette riche collection est contenue dans 28 cartons.

Toutes ces collections sont placées dans les meubles mêmes qui les contenaient du vivant d'Arvet-Touvet.

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

HENRI JUMELLE. **La flore caoutchoutière de Madagascar.** *International Rubber-Congres met Tentoonstelling.* Batavia, 1914.

Les espèces productrices de caoutchouc végétant dans la grande île africaine appartiennent aux 9 genres suivants : *Euphorbia* (Euphorbiacées) ; *Cryptostegia, Marsdenia, Gonocrypta, Secamonopsis, Pentopetia* (Asclépiadées) ; *Plectania, Landolphia, Mascarenhasia* (Apocynées).

Au point de vue de leur répartition géographique, tous ces genres sont représentés sur le versant occidental de l'île tandis que dans l'Est on ne rencontre que des *Landolphia* et des *Mascarenhasia.* C'est dans ces deux genres que sont comprises les espèces les plus intéressantes. Il faut citer *Landolphia Perrieri*, liane des sols secs qui abonde dans le Nord et l'Ouest et fournit le « Majunga rouge », caoutchouc très estimé ; *Mascarenhasia arborescens* qui habite également la région occidentale et que l'on retrouve en variétés à gros fruit sur le versant oriental donne le « Majunga noir » ; *M. lisianthiflora* est plus méridionale. Des nombreux *Landolphia* qui végètent dans la région orientale, le plus important est *L. corticata,* liane à écorce très épaisse renfermant 5 °/₀ de caoutchouc et que l'on peut cultiver jusqu'à 900 m. d'altitude.

A. PIERRE ALLORGE.

G. LAPIE ET A. MAIGE. **Flore forestière de l'Algérie.** (360 p., 881 fig. et 1 carte). Paris, E. Orlhac éd., 1915.

Cet ouvrage se divise en deux parties :

Dans la première, qui débute par quelques chapitres où sont exposées d'une façon très claire les notions essentielles de Botanique, se trouve la description de toutes les espèces ligneuses de l'Algérie ; les espèces suffrutescentes, si nombreuses et si importantes dans le bassin méditerranéen y sont également comprises. Toutes les espèces ligneuses du Midi de la France communes à cette région et à l'Afrique du Nord y sont donc décrites, ce qui donne à cette flore une portée et une utilité doubles.

La seconde partie, essentiellement pratique, comprend des tableaux synoptiques illustrés composés suivant l'excellente méthode des Flores de Gaston Bonnier. Dans le premier tableau, le plus complet, les auteurs utilisent les caractères tirés de la fleur et du fruit. Mais souvent le forestier se trouvera en présence d'arbres dont il ne lui sera pas possible d'étudier les fleurs ou les fruits : il pourra néanmoins, pour les arbres et les arbustes les plus répandus, arriver à une reconnaissance sûre, grâce à l'emploi des trois autres tableaux où la détermination est basée respectivement sur la forme ou la disposition des feuilles, sur la morphologie externe des bourgeons (pour les espèces à feuilles caduques) et sur la structure du bois.

Pouvant servir à déterminer sans difficulté non seulement toutes les espèces ligneuses de l'Afrique du Nord, mais encore presque toutes celles du Midi de la France, cette Flore est appelée à rendre de grands services; composée avec un souci constant de clarté et d'exactitude, il n'est pas douteux qu'elle n'obtienne tout le succès qu'elle mérite.

A. PIERRE ALLORGE.

ALBERT LACOSTE. — **Etude anatomique sur les Papilionacées de Madagascar.** Thèse de la Faculté des Sciences de Paris, 1915.

L'auteur a étudié au point de vue anatomique 93 Papilionacées malgaches appartenant à 44 genres différents. Certains de ces genres comprennent un assez grand nombre d'espèces, tels *Indigofera, Crotalaria;* d'autres n'en renferment que quelques-unes ou même une seule.

Pour chaque espèce M. Lacoste a fait une analyse anatomique et histologique très détaillée. Voici les conclusions générales qu'il en tire.

La tige est assez semblable chez les différentes espèces : épiderme à poils tricellulaires ; écorce riche en cristaux et cellules sécrétrices; sclérenchyme péricyclique constant, en anneau continu; liber bien développé à cellules sécrétrices abondantes; bois tantôt mince et à gros vaisseaux (chez les herbes, *Phaseolus* par ex.), tantôt très épais et à vaisseaux petits et rares *(Dalbergia* par ex.) ; moelle souvent lignifiée.

Le pétiole d'aspect variable quant à la morphologie externe, a une structure assez simple et constante.

Le limbe est surtout remarquable par les caractères anatomiques de l'épiderme. Les poils tecteurs et les poils sécréteurs existent généralement ; les premiers, tricellulaires pour la plupart, ont des formes variables, ils sont linéaires, recourbés en crochet, triangulaires ou étoilés. Les poils sécréteurs ont également des aspects différents : bifurqués, renflés en massue (le plus généralement), terminés en sphère. On rencontre habituellement deux espèces de poils et même trois dans une même plante.

La cuticule est lisse et ne présente rien de particulier non plus que les stomates. Le tissu palissadique est presque bisérié; chez quelques espèces, il est bifacial. Les faisceaux libéro-ligneux montrent latéralement des croissants fibreux souvent très épais. La zone centrale du limbe est occupée par un parenchyme incolore à grands éléments allongés dans le sens du limbe. Dans tous les tissus on remarque la présence de cristaux et de cellules sécrétrices.

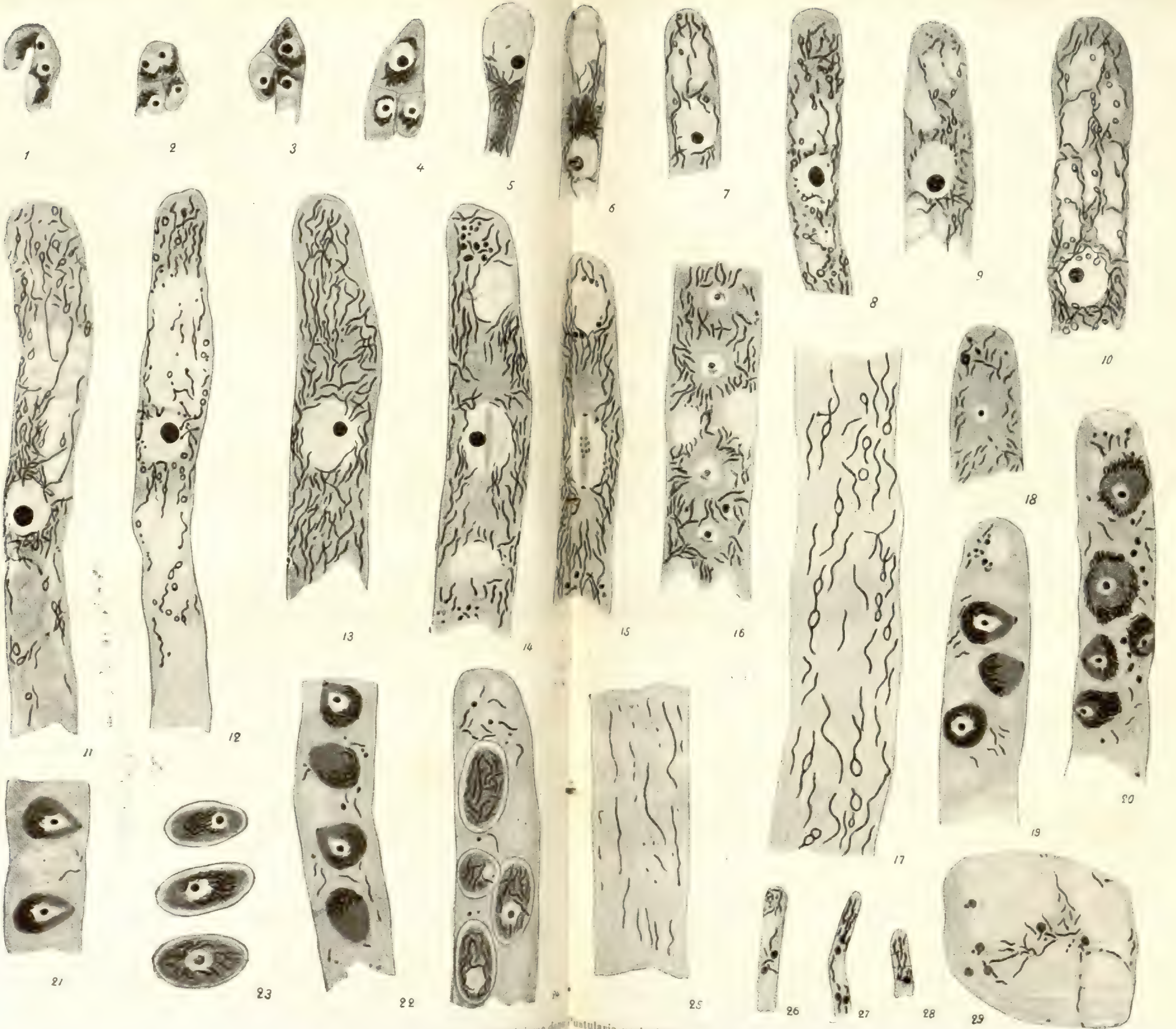
En somme, cette très intéressante monographie montre que si l'anatomie des Papilionacées Malgaches est assez homogène dans son ensemble, chaque genre et chaque espèce présente des caractères individuels bien marqués ; et cela permettra de déterminer avec exactitude, d'après l'examen microscopique d'un fragment de tige, de pétiole ou de limbe, les espèces dont les fleurs et les fruits n'auront pu être récoltés.

A. Pierre ALLORGE.

Nemours. — Imp. Henri BOULOY. *Le Gérant :* Henri BOULOY.

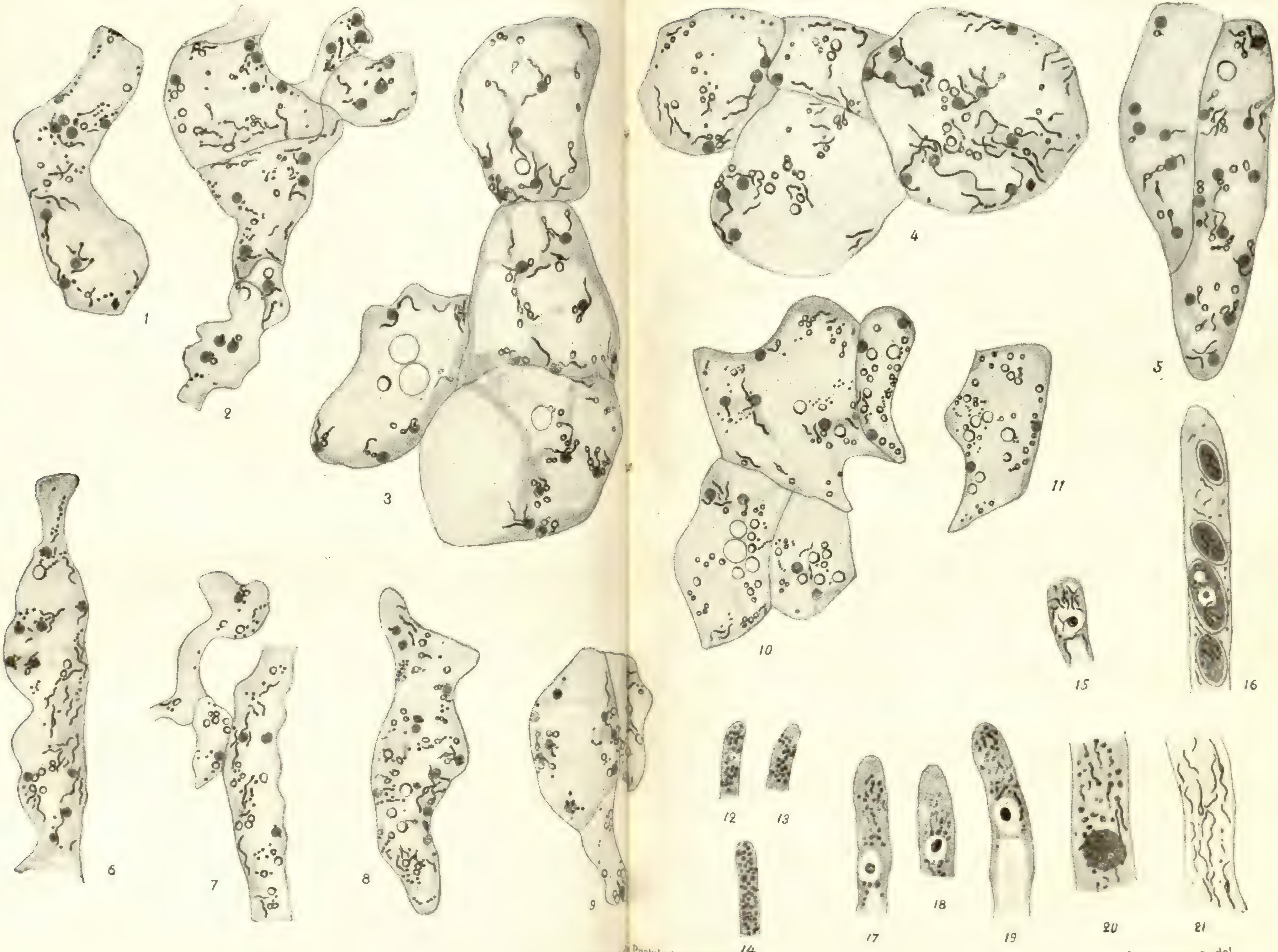
Revue générale de Botanique.

Tome 27. Planches 12 et 13.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29

Chondriome dans Pustularia vesiculosa

Guilliermond, del.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21

Chondriome de Pustularia vesiculosa

GUILLIERMOND, del.

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME VINGT-HUITIÈME

Livraison du 15 Août 1915

N° 320

Entered at the New-York Post Office
as Second Class matter

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
1, RUE DANTE, 1

1915

LIVRAISON DU 15 AOUT 1915

I. — LE BUISSONNEMENT DU *PRUNUS SPINOSA* AU BORD DE LA MER (avec une planche double et figures dans le texte), par **M. Henri Devaux**. 225

II. — RECHERCHES SUR LE CHONDRIOME CHEZ LES CHAMPIGNONS ET CHEZ LES ALGUES, *troisième contribution à l'étude des mitochondries*, (avec planches et figures dans le texte) *(suite)*, par **M. A. Guilliermond**. 236

III. — NOTES BIBLIOGRAPHIQUES 254

Cette livraison renferme 2 figures dans le texte
et les planches suivantes :

Planches 10 et 11. — Prunus spinosa *déformé par le vent marin.*
Planches 16 et 17. — *Chondriome dans diverses Agaricinées.*
Planches 18 et 19. — *Chondriome dans diverses moisissures.*

Pour tout ce qui concerne les Annonces, s'adresser à M. l'Administrateur de la Librairie générale de l'Enseignement, 1, rue Dante, Paris (Ve).

LE BUISSONNEMENT DU *PRUNUS SPINOSA* AU BORD DE LA MER

par M. Henri DEVAUX

Comme suite à ma première étude sur la morphogenèse du buissonnement (1), j'examine ici le cas d'une plante fort différente des bruyères, le prunier épineux, que j'ai étudié aux mêmes endroits et à la même époque, c'est-à-dire en août-septembre 1913. Le prunier épineux ne forme que quelques touffes çà et là le long de la falaise d'Hendaye à Saint-Jean-de-Luz.

On sait qu'en temps ordinaire c'est un arbrisseau à rameaux nombreux et divergents mais qui ne prend guère la forme buissonnante que dans les haies sous l'influence de tailles répétées. Cependant au bord de la mer c'est spontanément qu'il prend la forme buissonnante par les tailles énergiques que le vent fait subir à ses rameaux dans leurs parties trop exposées. C'est ce qu'on va voir par l'exposé suivant.

Les quelques buissons que j'ai pu observer sont situés tout au bord de la falaise à Socoa près de Saint-Jean-de-Luz, en un point dominant la mer d'une grande hauteur et tout à fait à l'abri des embruns marins. L'effet du vent s'y fait sentir avec une grande violence (2).

Les buissons de *Prunus* sont le plus souvent associés avec ceux d'ajoncs et de bruyère, mais je décrirai spécialement ceux formés à peu près uniquement de *Prunus*.

---

(1) Déformation des touffes de bruyères au bord de la mer. Contribution à l'étude des causes physiologiques du buissonnement. (*Revue générale de Bot.*, tome XXV bis, 1914).

(2) Je dois signaler du reste l'existence à cet endroit d'un remous du vent qui crée des conditions spéciales pour les plantes situées à l'extrême bord de la falaise (voir la fin de l'article).

Chaque buisson se présente sous l'aspect d'une masse de verdure très inclinée vers la mer, suivant une pente de 35 à 50° par rapport à l'horizontale et dont la surface entière, à peine convexe, est comme taillée au ciseau. Cette surface est constituée, absolument comme dans une haie, par un fouillis de rameaux épineux, enchevêtrés dans tous les sens et garnis de feuilles. L'ensemble forme une plaque continue et opaque au travers de laquelle on ne peut rien apercevoir.

Pour étudier la structure, il faut démolir une partie du buisson à coups de pelle ou de pioche, ou bien observer des buissons mortifiés. En certains endroits un incendie antérieur des broussailles m'a permis de faire cette observation dans des conditions très favorables. Les buissons de *Prunus* n'y avaient guère perdu que leurs feuilles au moins par endroits, mais leurs pieds étaient dégagés complètement jusqu'au ras du sol de sorte que l'ensemble apparaissait en squelettes ramifiés laissant voir admirablement la structure.

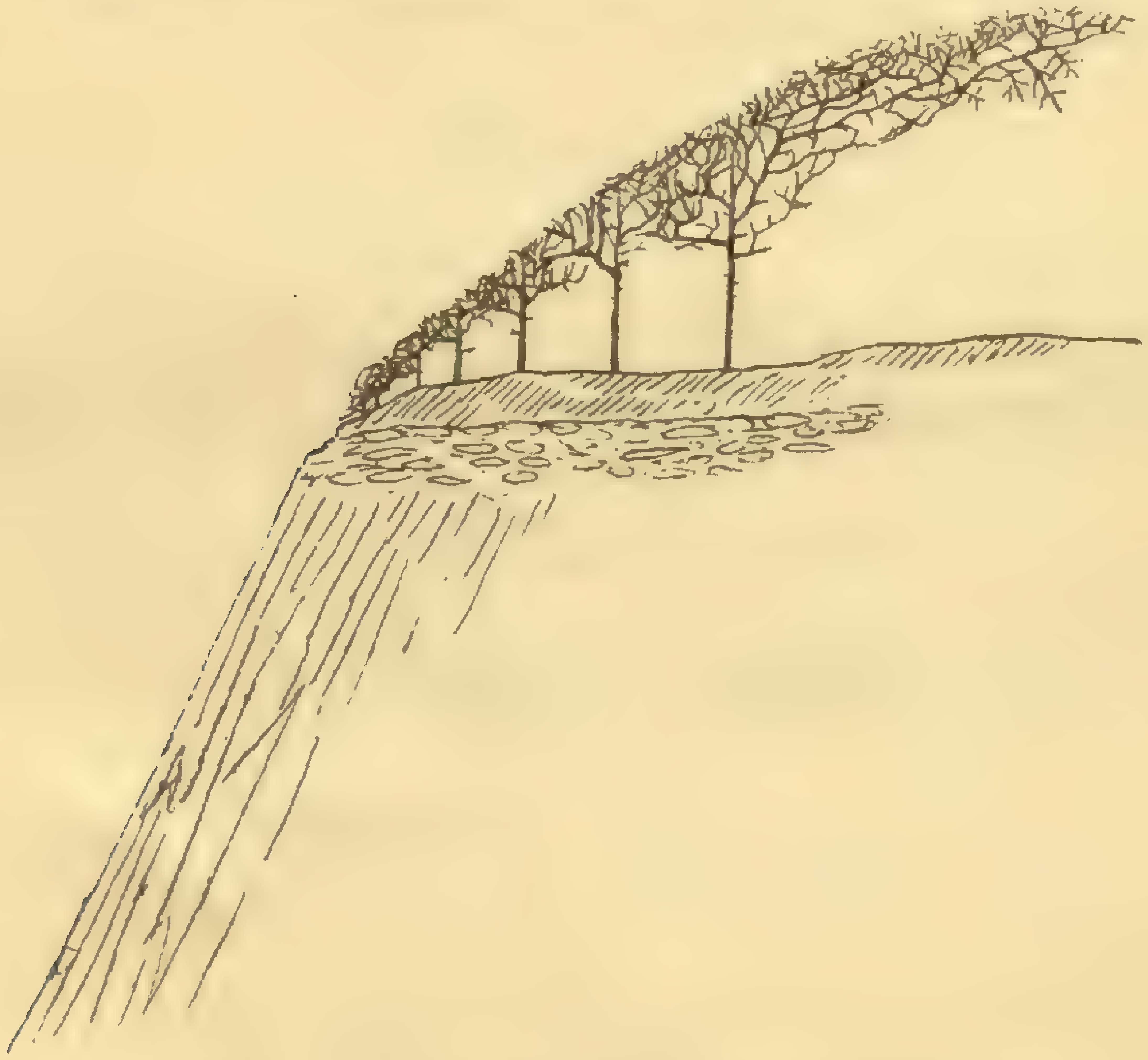


Figure 1. — Aspect d'ensemble du buisson.

Aspect d'ensemble. — Le petit croquis ci-joint (fig. 1) montre cette structure. Du reste ce croquis n'a rien d'un dessin rigoureux, il indique surtout l'aspect d'ensemble par rapport à la falaise.

On voit que dans une coupe perpendiculaire à la ligne de plus grande pente, le buisson est supporté par 4 ou 5 troncs verticaux (1), très courts d'un côté, et s'élevant progressivement de plus en plus haut de l'autre. Ces petits troncs, qui n'ont guère plus d'un centimètre de diamètre, sont presque complètement dénudés de branches jusqu'au niveau des ramifications formant la toiture. Quant à celle-ci elle est formée par le chevauchement d'avant en arrière des têtes aplaties, celles-ci reposant les unes sur les autres et mélangeant leurs rameaux en une intrication confuse et très serrée, formant une couche n'ayant que quelques centimètres d'épaisseur. L'ensemble constitue une toiture à peu près continue à pente orientée vers le Nord-Ouest et présentant une très grande résistance mécanique aux vents venant de cette direction.

Cette intrication existe du reste aussi en travers, c'est-à-dire dans le sens parallèle au bord de la falaise, mais avec des brèches plus fréquentes.

Structure du dôme. — En étudiant des buissons de *Prunus* munis de leurs feuilles on peut voir que ce dôme est presqu'en totalité constitué par une couche très ramifiée n'ayant guère que 10 centimètres environ d'épaisseur. Cette couche comprend des branches entrecroisées dans tous les sens, mais mortifiées pour la plupart dans leur partie externe (*m*, fig.2).

La couche la plus superficielle de ce dôme d'un buisson de *Prunus* est donc riche en épines et pauvre en feuilles. Elle recouvre la couche vraiment feuillée, dans laquelle les feuilles sont abondantes et se touchent de tous côtés (2), parce que c'est en elle que le fouillis de ramifications est extrême. Au-dessous d'elle enfin, dans l'ombre épaisse du dôme, se trouve une couche moins dense où existent des ramilles mortes ou mourantes.

Les pousses orientées directement vers l'extérieur sont très courtes, ayant eu leur sommet tué très tôt. Seules ont poussé notablement les pousses obliquement tangentielles venant de la surface.

---

(1) Cette verticalité indique que la végétation primitive a dû s'opérer à l'abri d'un buisson antérieur. Chaque pied de *Prunus* provenait probablement d'un drageon.

(2) Je n'ai pas représenté cette couche sur le dessin (fig. 2).

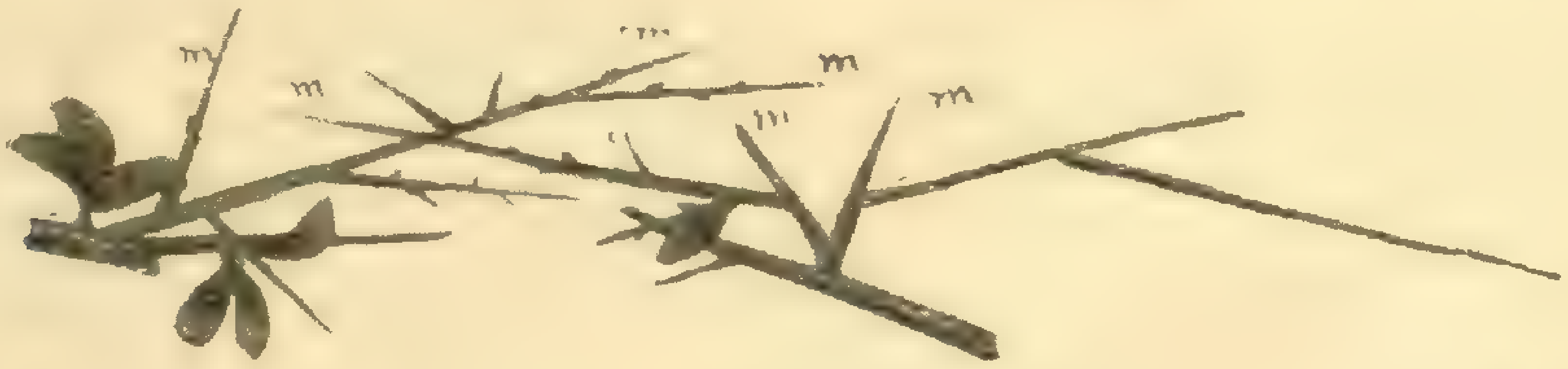


Figure 2. — *Prunus spinosa :* entrecroisement des épines superficielles; les plus externes *m* sont mortes; la couche feuillée située au-dessous n'est pas dessinée.

Le dessin ci-joint (figure 2) fait d'après un simple croquis à main levée, pris sur le terrain, donne une idée de cette structure pour la couche la plus externe.

Mais une étude extérieure faite avec soin au laboratoire m'a montré que les pousses étaient bien plus déformées en général et confusément entrecroisées que je ne l'ai représenté ici.

Examen de l'ensemble des ramifications d'un pied buissonnant. — La planche 10 et 11 donne le résultat de cette étude. Elle représente le dessin en perspective d'un pied de *Prunus,* fait tout d'abord en grandeur naturelle. Dans l'exécution de ce dessin je me suis efforcé de suivre et de représenter les ramifications, ce qui n'était pas facile, car le regard se perd au premier abord dans le fouillis des branches enchevêtrées. Il a fallu, pour éviter la confusion, faire quelques suppressions, peu importantes ; néanmoins l'aspect d'ensemble est rendu ainsi que tous les détails importants.

La description n'est pas non plus facile à faire. J'ai adopté sur le dessin la désignation de chaque branche par deux lettres, telles que *a a'* (parfois par une seule quand l'espace manque) l'une désignant la base *(a),* l'autre le sommet *(a').* L'ordre de la lettre dans la série alphabétique indique aussi celui de la branche. Il s'en suit qu'on a sur le dessin plusieurs branches appelées d d' par exemple, et il faudrait pour les désigner complètement indiquer leurs parents, c'est-à-dire toutes les lettres des branches qui les ont précédées.

Afin de ne pas alourdir l'exposé, nous nous contenterons le plus souvent de désigner la branche par sa lettre caractérisque, le texte indiquant lui-même quelles sont les branches dont elle est issue.

Ce prunier était âgé de cinq ans, d'après le nombre de ses couches annuelles. Il s'agissait probablement, comme nous l'avons déjà dit, d'une pousse d'un drageon apparue au milieu d'un buisson antérieur, ce qui expliquerait la verticalité parfaite de son axe.

On voit que cet axe, ayant sensiblement 1 centimètre de diamètre (dessiné légèrement trop épais) s'élève verticalement à 30 ou 35 centimètres, mais en s'atténuant brusquement au niveau d'une forte branches a_1 pour se terminer subitement au-dessus d'une autre branche a_3 par un mucron très petit mais bien net *(S)*, où le point végétatif a avorté à l'état de bourgeon ou d'épine.

La végétation de l'arbuste s'est dès lors continuée par des branches dont certaines *(m)* se sont mortifiées de bonne heure. Elles sont situées pour la plupart sur la gauche du tronc, c'est-à-dire du côté opposé à la mer. Leur mortification est certainement due à l'ombrage provoqué par les autres branches a_1 a_2 a_3 qui ont au contraire subsisté.

Les branches a_1 et a_2 tournées du côté de la mer ont fourni la partie antérieure et basse du buisson, tandis que a_3 tourné du côté opposé a fourni la partie postérieure et la plus élevée. Il est probable qu'un gros rameau e e_3 (on l'aperçoit au-dessus de *S)*, tardivement issu de a_1, contribuait aussi à former le sommet du buisson, mais sa pointe ayant été brûlée on ne peut l'affirmer.

En suivant la branche la plus forte a_1, on voit nettement qu'elle a cru tout d'abord directement contre le vent, probablement à l'abri d'un buisson antérieur, mais son sommet a été mortifié et a laissé un chicot a'_1. Deux branches importantes, b_1 et b_2, ont continué la végétation. Mais la plus antérieure b_1 a été mortifiée plus tard, tandis que b_2 est restée vivante et a produit la masse principale du corps du buisson. Examinons séparément les parties antérieure et moyenne puis postérieure du buisson.

I. — PARTIE ANTÉRIEURE ET BASSE DU BUISSON (morte actuellement). La branche b_2, tardivement mortifiée, s'est avancée directement vers la mer, dans la même direction et le même plan horizontal que a, mais en faisant un petit angle vers le sud (impossible à représenter sur le dessin). Son sommet a été mortifié à son tour laissant un chicot nouveau b'_1 et la branche a été remplacée par deux rameaux cc', cc'.

Le plus antérieur de ces rameaux a continué à s'avancer vers la mer, mais il a certainement subi tout à coup une action violente, car après un parcours de 6 centimètres il a été un peu abaissé et *complètement tordu,* si bien *que son sommet a été retourné et qu'il a continué sa végétation en fuyant la mer.* L'aspect du rameau montre qu'il s'agit bien *d'une torsion proprement dite* qui a dû se faire nécessairement quand le rameau était encore flexible, c'est-à-dire avant que la lignification fut avancée. Du reste, le sommet c' a été mortifié, après avoir acquis un volume notable, comme l'indique la grosseur du chicot.

Deux branches, dd' dd' ont ensuite continué la végétation et ont acquis un diamètre notable en se ramifiant. Mais l'ensemble de la branche b_1 était sans doute trop exposé, car cette branche tout entière fut mortifiée après avoir produit ces rameaux. Cette mortification totale date probablement de deux ou trois ans.

Quant à la branche a_2 qui a végété aussi sur le front du buisson, elle a été tuée, comme b_1, après une croissance de deux ou trois ans orientée du côté de la mer. Toutefois, sur le front le plus exposé, *il n'y a pas eu la moindre torsion* quoiqu'il y ait eu retournement de l'ensemble des rameaux. *Le retournement s'est fait ici par une succession de rameaux sympodiques rectilignes.* On peut la suivre en a_2, b, c, d, e_2, f A l'arrivée d'une branche cc' à la surface extérieure du plan général du buisson, il y a eu mortification du sommet en c' et remplacement par un rameau principal dd' parallèle à la surface et très exposé. Ce rameau dd', resté très court, est mort après 2 cm. 1/2 de parcours et a été remplacé par deux autres, l'un vers l'extérieur e_1 e'_1 qui n'a guère dépassé 1 centimètre et a émis une branche f toute déformée puis s'est arrêté ; l'autre e_2 e'_2 vers l'intérieur, qui est devenu long et mince parce qu'il se trouvait dans la masse du buisson. Mais l'abri était sans doute trop complet, il a été étouffé après avoir émis vers l'extérieur de courtes pousses massivement ramifiées ff'.

II. — PARTIE MOYENNE DU BUISSON. — Examinons maintenant la végétation de la branche b_2 apparue sur a_1 : cette branche est restée bien vivante, elle est même devenue l'axe principal du buisson, grâce sans doute à sa situation moyenne. Riche en rameaux dont nous n'avons pu dessiner qu'une partie, elle l'est aussi en partie mortifiées, représentées par de nombreux chicots terminant invariablement les parties rectilignes (1).

---

(1) Dans le dessin ces témoins des nombreuses mortifications subies par ces sommets négatifs, sont marqués uniformément d'une lettre munie d'un accent.

Nous ne suivrons pas sur cette branche les diverses ramifications en détail, pour ne pas alourdir l'exposé. Mais le lecteur peut, en s'aidant des lettres, faire cette étude très facilement et reconnaître que la végétation sympodique, si marquée déjà dans la partie antérieure du buisson, l'est encore mieux ici.

A titre d'exemple considérons seulement la ramification extrême oo', située en dedans du buisson, au niveau de a'_3. Cette mince branchette représente une ramification *de 15e ordre* (1) d'une succession sympodique irrégulière de parties rectilignes émises par la branche b_2. Dans cette succession il existe deux changements accentués de direction. Le premier au-dessous du sommet avorté e'_2 de la branche e_2 e'_2 de ce sympode, dirigée franchement vers l'extérieur, perpendiculairement à la surface générale du buisson. Trois rameaux f_1 f_2 f_3 ont été produits, mais ils sont restés courts également, parce que trop superficiels. Mais le rameau f_3 a émis un rameau gg' qui s'est allongé un peu vers le haut du buisson quoique faiblement, parce que situé tout entier dans la couche la plus superficielle. Il en a été de même des ramifications suivantes jusqu'à jj' qui montent toujours. Mais au niveau j' un deuxième changement brusque s'est produit dans la direction de croissance, parce que la branche à ce niveau sortait de la zone d'abri même dans le sens horizontal. La végétation s'est continuée alors en zigzag vers l'intérieur jusqu'à oo'.

Le nombre des avortements et celui des ramifications qu'ils ont provoqué est ici remarquable. On sait que dans le prunier épineux comme dans beaucoup d'arbres, il se produit un avortement annuel du point végétatif, de sorte que pour un arbuste de cinq ans on compterait cinq chicots et cinq articles sympodiques. Mais dans celui-ci, âgé de cinq ans, on en trouve trois fois plus. C'est l'indice certain qu'une autre cause d'avortement que celle due au rythme saisonnier a dû agir, et même que cette cause a agi en pleine période végétative.

Cette cause est le vent, car la plupart des pointes mortifiées sont celles affleurant à la surface extérieure.

Action directement entravante du vent. — La croissance des rameaux exposés n'est pas seulement abrégée par mortification des sommets. Elle est aussi directement entravée. On en a la preuve en examinant ces rameaux.

---

(1) En suivant directement, sur le buisson et non sur le dessin, les diverses ramifications, on reconnaît qu'il y en a peut-être 2 ou 3 de plus, parce que certains coudes du sympode, situés exactement dans le plan visuel, avaient passé inaperçus.

Ils ont tous un aspect trapu, tenant à ce que chacun avait des entre-nœuds courts, et s'est accru en diamètre plus qu'en longueur. A chaque nœud il s'est produit une pousse encore plus courte se terminant en une épine longue de 1 ou 2 centimètres, ou réduite à une petite verrue sur laquelle sont portées les feuilles. Celles-ci forment ainsi, sur les rameaux exposés, des bouquets épais et si rapprochés que la couche extérieure du buisson est rendue très compacte, de sorte que la lumière ne peut pénétrer dans la masse du buisson que très atténuée.

Le vent ne fait donc pas que tailler la plante en tuant les sommets des pousses : il ralentit aussi directement la croissance élongatrice.

Il existe de ce fait une différence entre les buissons taillés de main d'homme et ceux taillés par le vent. Dans une haie artificielle la croissance élongatrice n'est pas entravée, la taille seule existe : Aussi les pousses y présentent-elles un aspect plus lisse et moins tourmenté, sauf dans les endroits où des tailles répétées au même niveau ont provoqué de petites massues.

Du reste, ici même, à partir de 2 ou 3 centimètres de profondeur, les pousses ont pu s'allonger librement, elles ont de ce fait des entre-nœuds plus longs et leur surface est plus régulière. Ces pousses longues peuvent du reste demeurer grêles ou grossir selon que leurs feuilles reçoivent de la lumière ou non.

Quant aux rameaux émis vers l'intérieur et qui plongent dans la masse profonde du buisson, ils s'allongent notablement mais restent minces et finissent par mourir, faute de lumière, à moins qu'ils n'émettent vers l'extérieur quelques pousses feuillées (Ex : la longue ramification terminale ee' de a_2).

Ce sont les branches allongées qui relient entre elles les diverses parties du buisson, à la façon de la trame dans un tissu ; et les plus grosses donnent l'axe sympodique qui soutient la charpente entière. Dans le buisson actuel cet axe incliné était situé à environ 4 à 6 centimètres de profondeur.

Direction des rameaux. — Dans toute cette partie moyenne du buisson il n'existe pas un rameau tordu. Toutes les portions de pousses isolées ou formant les articles des sympodes sont rectilignes.

Nées, selon la règle, à l'aisselle des feuilles, c'est-à-dire en des points fixés d'avance dans le point végétatif, les pousses sont émises dans toutes les directions, avec seulement cette particularité, spéciale au premier, de former toujours un angle très ouvert avec la branche mère : cet angle est souvent droit ou presque droit.

Le vent n'agit donc directement ni sur le lieu de naissance, ni sur les directions de croissance des rameaux. Il agit presque uniquement en entravant d'abord la croissance des rameaux trop exposés à son action, puis en tuant leur sommet. Et cela suffit pour produire une déformation très nette de l'ensemble des ramifications.

III. — Partie postérieure et élevée du buisson. — Formée par le rameau primaire a_3 le plus voisin du sommet avorté de la tige, la partie du buisson la plus élevée s'est développée comme les précédentes. Elle a subi des mortifications qui l'ont obligée à se ramifier sans cesse et à croître en sympodes. Pour cette partie plus abritée par les précédentes, les rameaux allongés et minces sont plus nombreux, et deux torsions proprement dites y existent, produites évidemment par ce fait que les pousses avaient acquis une longueur notable sans grossir beaucoup.

Pour les pousses émises dans le sens du vent, leur croissance a été favorisée, surtout au début, comme l'indique la longueur de la branche $a_3\, a'_3$ et de ses ramifications du même sens ee' et $g_2\, g'_2$. Elles ont pris une grande longueur, ce qui leur a permis d'émettre des pousses sortant de l'abri de la partie moyenne du buisson.

Le danger pour cette partie postérieure du buisson est en effet le recouvrement, et la diminution de lumière qui en résulte. Un fort rameau $e_3\, e'_3$ *provenant de* b_2, (c'est-à-dire de la partie moyenne du buisson) s'était produit (1) au-dessus de ee' provenant de a_3 et ce dernier n'a échappé à l'étouffement complet qu'en élevant plus haut ses ramifications.

On voit donc que la partie postérieure du buisson tend à s'élever d'une manière anatomique, non à cause de l'action du vent, mais par besoin de lumière.

(1) Le feu avait détruit l'extrémité de ce rameau.

C'est un phénomène qui du reste se produit pour toutes les ramifications trop profondes du buisson.

Ensemble du buisson. — On voit par l'examen détaillé que nous venons de faire, comment le vent a provoqué le buissonnement de ce pied de prunier épineux en lui infligeant une forme tout à fait spéciale. Ce n'est pas en ployant mécaniquement ses branches (sauf deux ou trois), ni même en dirigeant leur croissance, qu'il a déterminé l'arbuste à croître ainsi. *C'est en entravant cette croissance pour toutes les parties exposées à son action, entrave qui va du reste constamment jusqu'à la mortification fréquente des sommets en train de végéter. Cela suffit. Les corrélations de croissance, compensatrices ou non, font le reste.*

D'abord, toutes les pousses protégées croissent davantage, ce qui établit une forme d'ensemble automatiquement adaptée à la moindre action du vent, c'est-à-dire où les pousses s'abritent mutuellement et arrivent au même niveau, les premières basses, les autres de plus en plus élevées. Mais le manque de lumière sous la voûte de verdure ainsi formée, accentue subitement les conditions défectueuses de végétation pour toutes les branches basses. Par héliotropisme ces branches allongent leurs ramifications du côté de la lumière, c'est-à-dire soit directement vers les fissures de la voûte, et alors elles les ferment, soit vers sa périphérie et spécialement vers le haut du buisson.

L'effet buissonnant commencé par le vent est donc, comme toujours, augmenté par l'ombrage épais qu'il provoque.

Il est curieux du reste de constater que la partie la plus basse du buisson, celle qui est antérieure ou frontale a été formée ici par la première branche la plus basse a_1 de l'axe, tandis que la partie la plus élevée, celle qui est postérieure ou distale, a été formée par la branche la plus élevée a_3. L'étagement des parties futures du buisson correspondait donc à celui des branches primitives qui ont subsisté comme dans un arbuste non déformé.

Angle d'inclinaison du buisson et direction du vent. — L'angle d'inclinaison mesuré directement sur le buisson actuel (et non sur le dessin) est de 52° par rapport à l'horizontale. Mais dans le haut du buisson cet angle devient moindre, de sorte que l'ensemble des cymes de *Prunus* se présente comme de moins en moins incliné.

L'inclinaison plus forte au front du buisson vient de ce que le vent s'y fait sentir avec toute sa force, ce qui occasionne le maximum de mortifications.

Toutefois, dans la cas actuel, il y avait aussi une autre cause assez curieuse : une variation brusque de l'intensité du vent à faible distance du bord, avec changement de sa direction. Ce phénomène tient à ce que, à Socoa, le courant d'air rencontrant la falaise comme une haute muraille faiblement inclinée, la remonte et devient ascendant de sorte qu'il balaie violemment les plantes en bordure sans toucher à celles situées au delà. La différence était considérable le jour où j'ai fait mes observations : au bord même, vent violent ; à 3 mètres du bord, vent très léger.

Tous les buissons soumis à ce vent étaient donc taillés par un vent non horizontal et rendu spécialement violent par la structure de la falaise.

Il semble bien du reste que des remous analogues doivent exister en petit, jusque sur la surface inclinée des buissons eux-mêmes. La théorie de ces remous et des frottements qu'ils occasionnent est étudiée à l'heure actuelle pour les aéroplanes, mais elle semble si compliquée qu'il serait téméraire de trop approfondir ce qui se passe pour le cas spécial des plantes.

EXPLICATION DE LA PLANCHE DOUBLE 10 et 11.

Aspect détaillé d'un pied de *Prunus spinosa* déformé par le vent marin. (Pour l'explication, voir le texte).

RECHERCHES
SUR LE CHONDRIOME
CHEZ LES CHAMPIGNONS ET LES ALGUES

Troisième contribution à l'étude des Mitochondries.

par M. A. GUILLIERMOND.

(suite)

3) Rôle du chondriome dans les phénomènes sécrétoires. — Élaboration des corpuscules métachromatiques dans le pseudoparenchyme. — Revenons maintenant, après cette étude de l'évolution des mitochondries, aux phénomènes sécrétoires de l'asque et essayons de préciser le rôle du chondriome dans ces phénomènes. On a vu précédemment que pendant toute la durée du développement qui précède la sporogenèse, les chondriocontes forment sur leur trajet de nombreuses vésicules analogues à celles dans lesquelles se déposent ordinairement les produits de sécrétion. Il n'est donc pas douteux, qu'à ce stade, ils élaborent un produit de sécrétion.

On sait d'autre part, par nos recherches antérieures (**2**), que c'est à ce stade que l'asque élabore les produits de réserve qui s'accumuleront dans l'épiplasme. Ces produits sont au nombre de trois : du glycogène, des globules de graisse et des corpuscules métachromatiques. On peut donc admettre que les vésicules dont il vient d'être question jouent un rôle dans l'élaboration de ces différents produits. Seulement en raison de la diversité de ces produits, il n'est pas facile de débrouiller la question par l'étude de l'asque.

Au contraire, l'étude des cellules du pseudoparenchyme qui sont également le siège de phénomènes sécrétoires est beaucoup plus favorable. En effet dans ces cellules, il n'y a généralement pas de graisse et le glycogène est souvent très peu abondant ; par contre les corpuscules métachromatiques y sont sécrétés en très grand nombre et y acquièrent des dimensions considérables. Commençons donc d'abord par l'étude de ces cellules.

Ces cellules sont occupées par de grosses vacuoles et renferment plusieurs noyaux, qui avec la méthode de Regaud se présentent sous forme de corpuscules sphériques assez gros et uniformément colorés en gris foncé, et parfois un ou plusieurs cristalloïdes de protéine. Le chondriome y est formé comme nous l'avons dit par de nombreux chondriocontes, très allongés et souvent ramifiés. Ceux-ci sont disséminés dans la trame cytoplasmique et en relation d'une part avec les noyaux et de l'autre avec les vacuoles (Pl. 14 et 15, fig. 1 à 10). C'est ainsi par exemple qu'il n'est pas rare de rencontrer des chondriocontes dont une extrémité s'insère sur la paroi du noyau et l'autre sur le bord de la vacuole. En observant attentivement l'évolution du chondriome de ces cellules, on constate toutes les formes de transition entre les chondriocontes et les corpuscules métachromatiques. Les chondriocontes produisent sur leur trajet de nombreux petits renflements. Ceux-ci apparaissent soit à l'une des extrémités du chondrioconte, soit à ses deux extrémités, soit en son milieu, soit enfin très souvent sur plusieurs points de son trajet. Ces renflements se présentent souvent, lorsque la préparation a été très bien différenciée, sous forme de très petites vésicules constituées par une écorce mitochondriale seule colorée et une partie centrale que les méthodes mitochondriales laissent incolore et qui ressemble à une vacuole. Mais fréquemment aussi, ils offrent l'aspect de grains uniformément colorés dû sans doute à l'épaisseur de l'écorce mitochondriale qui ne permet pas de voir la portion centrale incolore. A côté de ces figures, on observe des grains homogènes ou vésiculeux absolument semblables et de la même dimension, mais situés en dehors des chondriocontes : ceux-ci sont localisés tantôt dans le cytoplasme avoisinant les chondriocontes, tantôt dans l'intérieur des vacuoles. Ils semblent avoir été formés au sein des chondriocontes et s'être ensuite isolés par résorption des parties effilées de ceux-ci qui réunissaient les grains les uns aux autres. Parfois même ces grains apparaissent disposés en chaînettes, ayant été élaborés en grand nombre le long d'un même chondrioconte. Enfin il n'est pas rare de rencontrer des grains ou des vésicules de même aspect encore pourvus d'une sorte de queue plus ou moins courte qui représente le reste des chondriocontes qui les a formés. On constate également la présence, cette fois uniquement dans les vacuoles, de vésicules beaucoup plus grosses qui présentent tout à fait l'aspect des corpuscules métachromatiques et qui sont entourées d'une mince écorce mitochondriale. Celle-ci devient de moins en moins épaisse, puis finit par s'interrompre et se réduire à une mince calotte coiffant le grain incolore sur un de ses côtés. Enfin, à côté de ces vésicules, on voit dans les vacuoles des grains beaucoup plus gros, sans écorce mitochondriale, absolument incolores, mais se distinguant par leur refringence particulière et qui sont des corpuscules métachromatiques parvenus au terme de leur croissance (Pl. 14 et 15, fig. 3, 10 et 11). Il nous est arrivé parfois d'observer la production de plusieurs vésicules très rapprochées sur la même région d'un chondrioconte donnant des figures rappelant beaucoup la formation des grains d'amidon composés. (Pl 23, fig. 8). Une fois isolées des chondriocontes, ces vésicules restent entourées d'une écorce mitochondriale commune au centre de laquelle les corpuscules métachromatiques s'accroissent simultanément jusqu'au moment de leur maturation.

Ceci conduit donc à penser que les corpuscules métachromatiques se forment sur le trajet des chondriocontes sous forme de petits grains incolores entourés d'une écorce mitochondriale. Ces grains se détachent du chondrioconte par résorption de celui-ci et apparaissent bientôt libres dans le cytoplasme, puis ils émigrent dans les vacuoles où ils laissent alors nettement observer leur apparence vésiculeuse, constituée d'un corpuscule métachromatique incolore entouré d'une écorce mitochondriale qui, dans les stades précédents, par suite de son épaisseur, ne permettait pas toujours d'observer le corpuscule incolore situé à son intérieur. Dans la suite, ces grains vésiculeux émigrent dans les vacuoles où ils achèvent leur croissance jusqu'à ce que leur écorce mitochondriale soit épuisée.

Pour démontrer l'origine mitochondriale des corpuscules métachromatiques d'une manière plus précise, nous avons essayé de traiter par des teintures bleues d'aniline très énergiques (telles que le bleu de Crésyl) des préparations préalablement colorées par la méthode de Regaud, de manière à obtenir la coloration rougeâtre caractéristique des corpuscules métachromatiques des vésicules situés sur le trajet des chondriocontes. Ces colorations sont extrêmement difficiles à réaliser pour plusieurs raisons. D'abord parce que les corpuscules métachromatiques fixés par le bichromate-formol perdent beaucoup de leur affinité pour les colorants d'aniline et qu'il faut un temps parfois très long pour les colorer après ce traitement; ensuite parce qu'un traitement trop prolongé par le bleu de Crésyl fait disparaître la coloration des mitochondries et qu'un traitement trop court est insuffisant pour obtenir la différenciation des corpuscules métachromatiques. On réussit cependant, après tâtonnement, en surveillant de temps en temps au microscope l'effet de ce traitement, la coloration caractéristique rouge violacé des corpuscules métachromatiques par le bleu de Crésyl.

Dans les préparations les mieux réussies, le noyau et le cytoplasme se colorent en bleu par le bleu de Crésyl et seuls les chondriocontes conservent un peu de leur coloration antérieure par l'hématoxyline ferrique. Ils apparaissent en gris plus ou moins foncé et il est facile d'observer dans leur intérieur les corpuscules métachromatiques colorés en rouge violacé. Cette coloration est extrêmement difficile à obtenir et ne présente généralement pas une grande régularité. Il arrive que dans beaucoup de cellules, les chondriocontes soient complètement décolorés; dans d'autres ils restent vivement colorés, mais les vésicules n'ont pas fixé le bleu de Crésyl. Mais dans un très grand nombre de cas, il est possible d'obtenir la coloration métachromatique des corpuscules métachromatiques sur les chondriocontes teints en gris. (Pl. 23, fig. 1 à 8). Tantôt les corpuscules métachromatiques sont peu colorés et laissent voir leur écorce mitochondriale qui les entoure; tantôt ils sont surcolorés et leur écorce mitochondriale n'est plus visible. Les figures obtenues rappellent tout à fait certains bacilles colorés par le bleu de Crésyl qui montrent dans leur intérieur plusieurs corpuscules métachromatiques plus gros que la largeur de leur cellule, donnant à cette dernière un aspect moniliforme. Enfin on obtient sans difficulté la coloration des corpuscules métachromatiques plus gros situés dans les vacuoles et encore entourés de leur écorce mitochondriale. (Pl. 23, fig. 8). Ces colorations ne laissent donc aucun doute sur la naissance des corpuscules métachromatiques au sein des mitochondries.

Dans les périthèces âgés où les asques sont en voie de former leurs spores, on assiste dans les cellules du pseudoparenchyme à la diminution progressive du chondriome. Ces cellules sont alors occupées par une énorme vacuole résultant de la fusion des vacuoles primitives, tandis que leur cytoplasme se réduit à une enveloppe pariétale très mince renfermant les noyaux. C'est à peine si dans le cytoplasme, on peut constater quelques restes de chondriocontes au voisinage des noyaux et quelques mitochondries granuleuses provenant de la désorganisation des chondriocontes. La vacuole est au contraire remplie d'un nombre considérable de corpuscules métachromatiques dont la plupart très gros ne renferment plus d'écorce mitochondriale et dont quelques-uns présentent encore l'aspect de vésicules à paroi mitochondriale (Pl. 14 et 15, fig. 8). Ainsi, dans ces cellules, le chondriome est presque tout entier employé à l'élaboration des corpuscules métachromatiques et, à la fin de cette élaboration, le chondriome n'ayant plus de rôle et ne se régénérant pas, puisque ces cellules sont vouées à la dégénérescence, disparaît presque complètement.

Dans certaines cellules du pseudoparenchyme, on observe, à côté des corpuscules métachromatiques, sur le trajet de certains chondriocontes, des vésicules plus grosses que celles qui donnent naissance aux corpuscules et qui restent toujours incolores en présence du bleu de Crésyl (Pl. 24, fig. 4). Il est possible que celles-ci contribuent à l'élaboration du glycogène.

4) Phénomènes sécrétoires dans l'asque. Rôle probable des mitochondries dans l'élaboration du glycogène et des graisses. — Revenons maintenant aux phénomènes sécrétoires plus compliqués qui se produisent dans les asques. Les asques, avons-nous dit, sont pendant tout le début de leur développement le siège d'une élaboration de corpuscules métachromatiques, de glycogène et de graisses. Le glycogène, le plus abondant de ces produits, apparaît un peu dans toutes les régions de l'asque et dès le début de son développement. On le trouve dans la région apicale de la cellule et dans la zone périnucléaire, mais il se forme surtout en grande abondance dans la région basale, infranucléaire.

Les globules de graisse sont peu nombreux et localisés surtout dans le cytoplasme périnucléaire et aussi, mais en moins grand nombre, dans la région apicale.

Quant aux corpuscules métachromatiques, qui se forment en très grand nombre, mais restent toujours petits, ils naissent dans toute la cellule, mais plus particulièrement autour du noyau et vers la région apicale.

En traitant par le bleu de Crésyl une préparation obtenue par la méthode de Regaud et renfermant des asques en voie de développement, la coloration des corpuscules métachromatiques est beaucoup plus difficile à réaliser que dans les cellules pseudoparenchymateuses. Cependant, dans les préparations les plus favorables, on observe la présence de nombreux corpuscules métachromatiques sur le trajet des chondriocontes.

En comparant les préparations ainsi obtenues avec les préparations simplement colorées par la méthode de Regaud, on s'aperçoit facilement que ces corpuscules correspondent dans ces préparations à de très petits grains que nous avons déjà signalés précédemment et qui apparaissent d'abord sur le trajet des chondriocontes soit sous forme de petits grains uniformément colorés comme les mitochondries, soit sous forme de très petites vésicules, qui se détachent ensuite des chondriocontes par résorption des parties effilées de ceux-ci. Ces grains s'introduisent dans les vacuoles et là prennent tous en grossissant l'aspect de vésicules. Mais les vésicules plus grosses qui apparaissent en nombre considérable à ce même stade sur le trajet de beaucoup de chondriocontes ne se teignent jamais par le bleu de Crésyl. Il est donc permis de penser que celles-ci contribuent à l'élaboration des graisses et du glycogène.

Pour essayer d'élucider la question des graisses, on peut examiner une préparation fixée par les méthodes de Meves, de Benda ou de Altmann. Avec la méthode de Meves, les graisses apparaissent colorées en brun par l'acide osmique, mais elles sont assez difficiles à distinguer des chondriocontes teints en noir par l'hématoxyline ferrique. Avec la méthode de Benda, les graisses également brunies par l'acide osmique ne ressortent pas non plus très bien des chondriocontes violet foncé. Au contraire, on peut obtenir des préparations très nettes en fixant les pièces dans le Flemming, en les traitant ensuite par le bichromate et en les colorant par la méthode de Altmann : les graisses apparaissent alors sous forme de granules brun foncé, tandis que les chondriocontes sont colorés en rouge.

Or l'examen attentif de préparations obtenues par ces méthodes permet de constater que les graisses apparaissent d'abord sous forme de très petits granules, de la dimension des plus jeunes corpuscule métachromatiques. Ces granules apparaissent surtout au voisinage du noyau et aussi, mais en moins grand nombre, dans la calotte apicale de l'asque, c'est-à-dire là où le chondriome est le plus riche Enfin ils paraissent souvent insérés à l'extrémité ou sur une région quelconque du trajet des chondriocontes, ce qui semblerait indiquer qu'ils naissent comme les corpuscules métachromatiques dans l'intérieur de ces derniers (Pl. 23, fig 9). On trouve aussi de très petits globules de graisses situés en dehors des chondriocontes dans le cytoplasme. Ceux-ci grossissent peu à peu, sans atteindre une bien grande dimension, puis ils se résorbent un peu avant le début des mitoses. A ce moment, les cellules ne renferment plus de graisses.

A côté de ces granules de graisse, on retrouve dans les chondriocontes les grosses vésicules que nous avons mentionnées précédemment. Celles-ci ne renferment donc pas de graisse. Ainsi de l'examen de ces préparations, il résulte que ces vésicules ne contribuent pas plus à l'élaboration des graisses qu'à celle des corpuscules métachromatiques. Quant aux granules de graisses, leur apparition dans la zone périnucléaire dans les régions les plus riches en chondriocontes, leur présence fréquente sur le trajet des chondriocontes permettent de penser qu'ils se formeraient peut-être au sein de ces éléments. Cette opinion semblerait d'autant plus vraisemblable que l'on admet à la suite des travaux de Regaud, Dubreuil et Hoven que dans les cellules animales les graisses se forment en général dans des mitochondries et que l'on sait d'autre part que dans les Phanérogames les graisses sont souvent le produit de l'élaboration d'élaïoplastes ou d'autres plastes (leuco,- chromo- ou chloroplastes) qui ont une origine mitochondriale. Néanmoins, nos recherches ne peuvent pas jusqu'ici en fournir une preuve suffisante.

En procédant par élimination, on arrive à la conclusion que les grosses vésicules qui se trouvent en si grand nombre à ce stade sur le trajet des chondriocontes et qui ne servent, comme on l'a vu, ni à l'élaboration des corpuscules métachromatiques, ni à celle des graisses, sont en relation avec le glycogène.

Il est permis de penser que le glycogène, substance très voisine de l'amidon, comme ce dernier produit, s'élabore dans l'intérieur de vésicules mitochondriales. Nous avons cherché à vérifier cette hypothèse qui a déjà été soutenue par Altmann et Arnold pour le glycogène des cellules hépatiques, en répétant ce que nous avions fait pour l'amidon (**10**), en traitant par l'iodo-iodure de potassium des préparations préalablement colorées par la méthode de Regaud. Malheureusement, ces essais ne nous ont donné aucun résultat. La coloration du glycogène par l'iode est beaucoup plus fugace que celle de l'amidon et ne se conserve que quelques instants. En outre les coupes fixées au bichromate-formol ou au Flemming conservent très mal le glycogène qui ne subsiste dans les cellules que d'une manière très partielle. La coloration du glycogène par l'iode se localise bien dans les régions les plus riches en mitochondries, mais elle s'y montre diffuse dans tout le cytoplasme et il ne nous pas été possible d'obtenir une coloration plus intense dans les vésicules mitochondriales.

Il n'y aurait qu'une manière de résoudre la question, ce serait de trouver un champignon dans lequel le chondriome soit visible sur le vivant et de pouvoir ainsi différencier par l'iode le glycogène sur des cellules vivantes traitées directement par l'iodo-iodure. Malheureusement, les asques et en général toutes les cellules des Champignons renferment un cytoplasme très dense qui ne permet pas d'apercevoir le chondriome sur le frais. Nous avions néanmoins cherché en observant des coupes de périthèce vivant dans une goutte d'iodo-iodure à voir sous quelle forme le glycogène apparaît dans les asques et si les régions dans lesquelles il prend naissance correspondent aux parties de l'asque qui renferment le plus de vésicules. Or, ces observations ont apporté quelques preuves en faveur de l'hypothèse que le glycogène se forme dans ces vésicules. En effet l'observation d'asques frais traités par l'iodo-iodure au moment où commence l'élaboration du glycogène permet de constater que le glycogène apparaît d'abord dans la trame cytoplasmique sous forme de petits granules de la dimension des vésicules mitochondriales. Ce n'est qu'après qu'il se diffuse dans le cytoplasme et surtout dans les vacuoles. En outre, les régions où apparaissent les grains de glycogène correspondent exactement aux régions qui présentent le plus de vésicules mitochondriales. C'est ainsi par exemple que, dans les stades qui précèdent la première mitose, la partie basale de l'asque est le siège d'une élaboration très active de glycogène. A ce moment, il n'y a que peu de corpuscules métachromatiques dans cette région et la graisse y fait totalement défaut.

Or l'examen de préparations colorées à la méthode de Regaud ou de Meves permet de constater à ce moment la présence dans cette région de longs chondriocontes pourvus de nombreuses et grosses vésicules. Tout cela donne donc une certaine vraisemblance à l'hypothèse que nous avons formulée.

B. Autres espèces. — Nous avons observé d'autres espèces d'Ascomycètes qui nous ont fourni des résultats absolument analogues. C'est ainsi que l'on constate les mêmes particularités dans le périthèce de *Aleuria cerea*. De même, l'étude de certaines Pezizes pigmentées *(Cheilhymenia theleboloïdes* et *subhirsuta, Ascobolus purpurascens)* nous a permis de constater un chondriome semblable à celui de *Pust. vesiculosa*. Dans ces espèces, le pigment rouge localisé dans les paraphyses se présentait sous forme de petits grains localisés dans le cytoplasme et qui n'étaient pas sans présenter des analogies frappantes avec des mitochondries, si bien qu'on peut se demander si dans les champignons, le pigment ne serait pas, comme dans les Phanérogames (**10** et **18**) (et comme en beaucoup de cas dans la cellule animale), le produit de l'activité des mitochondries (Pl. 23, fig. 22 et 23). Cette hypothèse nous a paru d'autant plus vraisemblable que les grains pigmentaires se colorent comme les mitochondries (Pl. 14 et 15, fig. 12 à 14). Néanmoins les espèces que nous avons observées ont des cellules si petites qu'elles ne sont pas favorables à ces observations. D'autre part les préparations que nous avons obtenues n'étaient pas suffisamment bonnes pour nous permettre de signaler ce fait autrement que comme une hypothèse très incertaine.

Parmi les espèces que nous avons observées, il en est une qui nous a fourni des résultats nouveaux. C'est *Acetabula leucomelas*. Au point de vue des réserves de ses asques, cette espèce diffère des précédentes. Comme dans *Pust. vesiculosa*, les asques élaborent des corpuscules métachromatiques, du glycogène et des graisses, mais ici les graisses sont élaborées en très grande quantité, tandis que les corpuscules métachromatiques sont peu nombreux. En outre, les asques renferment d'autres produits qui apparaissent sous forme d'assez gros granules fixant énergiquement l'hématoxyline ferrique et localisés toujours au voisinage du noyau. Ces grains ont été décrits par Maire (**1** et **2**) dans les basides d'un certain nombre de Basidiomycètes et dans les asques de quelques Ascomycètes sous le nom de grains basophiles. Ils semblent correspondre à des corps que Dangeard (**1** et **2**) a rencontrés dans des Champignons appartenant aux groupes les plus variés et a désignés sous le nom de conosphères. Maire ayant remarqué dans les basides une relation entre ces corps et les globules de graisse a été amené à les considérer comme des plastes producteurs de graisse, c'est-à-dire comme des élaïoplastes. Poirault qui les a observés plus récemment dans divers Basidiomycètes a constaté leur disparition au moment de la sporogenèse et pense au contraire que ce sont de simples produits de réserve.

En observant le début de la formation de l'asque de *Peziza leucomelas,* il est facile de constater que ces grains basophiles se différencient aux dépens des éléments du chondriome. Nos recherches antérieures (**4**) ont démontré que dans cette espèce l'asque résulte du développement de la dernière cellule d'une file de cellules binucléées. Cette cellule fusionne ses deux noyaux, puis grossit et se transforme en asque. Or, après la fusion nucléaire, le chondriome se montre constitué par de nombreux chondriocontes. Ceux-ci, surtout au voisinage du noyau, ne tardent pas à produire, en leur milieu ou à leur extrémité, des renflements qui s'isolent par résorption du reste du chondrioconte et apparaissent sous forme de corpuscules sphériques et homogènes, puis grossissent peu à peu tout en conservant la même coloration que les mitochondries (Pl. 14 et 15, fig. 17). Ces éléments restent autour du noyau pendant toute la croissance de l'asque, puis disparaissent au cours des mitoses. Ils possèdent des propriétés histo-chimiques assez analogues à celles des mitochondries, car non seulement ils se colorent comme les mitochondries avec les méthodes de Regaud, Benda et Altmann, mais encore, ils sont fortement altérés comme les mitochondries par les fixateurs ordinaires, notamment par le liquide de Bouin et ne se conservent bien qu'après fixation par le Flemming ordinaire ou l'acide osmique ou par les méthodes mitochondriales. Il semble donc qu'ils soient constitués par une substance lipoprotéique assez voisine de la substance mitochondriale. Mais contrairement à l'opinion de Maire, ces corps ne sont pas des élaïoplastes. Ils n'ont pas de relation avec les globules de graisse qui sont extrêmement abondants dans cette espèce. Seulement, comme les globules de graisse, ils naissent et restent localisés tout autour du noyau, ce qui explique

que Maire ait cru constater un rapport entre ces deux productions.

Leur disparition au cours des mitoses de l'asque nous porte à nous rallier à l'opinion de Poirault et à considérer les grains basophiles comme des produits de réserve.

Peziza leucomelas ne constitue pas un objet favorable à l'étude des mitochondries et il est assez difficile de différencier d'une manière très nette le chondriome dans cette espèce. En effet, le cytoplasme présente une vive affinité pour les colorants mitochondriaux ; il se teint d'abord uniformément et d'une manière intense, puis se décolore ensuite très rapidement lorsqu'on prolonge la régression à l'alun de fer, de telle sorte que la différenciation du chondriome est fort délicate. Peut-être cette coloration intense est-elle due à la présence de substance lipoïde diffuse dans le cytoplasme. Cependant, on arrive, surtout par l'emploi de la méthode de Meves, avec de la patience en surveillant de très près la différenciation, à obtenir des préparations assez nettes qui permettent d'observer l'évolution du chondriome dans la suite du développement de l'asque. Le chondriome, après la formation des grains basophiles, est toujours constitué par de longs chondriocontes. Quelques-uns de ces chondriocontes forment sur leur trajet de petits grains homogènes ou vésiculeux qui paraissent représenter des corpuscules métachromatiques ; d'autres donnent de grosses vésicules semblables à celles que nous avons décrites dans les espèces précédentes et qui sont peut-être le siège de l'élaboration du glycogène (Pl. 14 et 15, fig. 21). Quant aux graisses, il est très difficile d'observer leur origine, parce qu'elles se forment très rapidement et en très grande quantité ; cependant, on peut facilement constater, par les méthodes de Benda et d'Altmann, qu'elles naissent dans tout le cytoplasme, mais surtout au voisinage du noyau sous forme de petits globules qui grossissent peu à peu et finissent par se transformer en très gros globules. Dans les parties basales de l'asque, où les globules de graisse restent généralement très petits et sont peu nombreux, il n'est pas rare de constater des figures où les globules de graisse les plus petits paraissent insérés sur le trajet des chondriocontes, comme dans *Pust. vesiculosa*, ce qui semblerait indiquer que ces globules seraient aussi le produit de l'activité des mitochondries, mais nous n'avons jamais obtenu de préparations suffisamment démonstratives pour pouvoir nous faire une opinion précise sur cette question.

De même dans *Peziza Catinus,* espèce où les asques élaborent aussi de nombreux globules de graisse et que nous avons également observée, il ne nous a pas été possible de préciser cette question. Ici encore, le cytoplasme fixe énergiquement les colorants mitochondriaux et n'est pas favorable à la différenciation du chondriome. Dans cette espèce, on retrouve comme dans le *P. leucomelas,* autour du noyau de l'asque d'assez nombreux grains basophiles qui ont également une origine mitochondriale.

B. Etude de l'appareil de fructification des Agaricinées.

Nous avons étudié plusieurs espèces d'Agaricinées : *Tricholoma nudum, Psathyrella disseminata, Flammula ochrachlora, Psalliota campestris, Coprinus fimetarius* et *radiatus* et d'autres espèces que nous n'avons pas déterminées. Parmi toutes ces espèces, celle qui s'est montrée la plus favorable à cette étude par suite de la dimension de ses cellules est une espèce trouvée aux environs de Lyon au mois d'avril et que nous n'avons malheureusement pas pu déterminer. Elle semble se rapporter au genre *Coprinus.*

1) EVOLUTION DU CHONDRIOME DANS LES CELLULES DU CHAPEAU. — Suivons donc l'évolution du chondriome dans le chapeau de cette espèce. Dans une coupe transversale de l'hyménium, au début de son développement, on observe dans toutes les cellules un chondriome très abondant.

L'hyménium est constitué par hyphes à cellules généralement allongées, anastomosées en une sorte de réseau, mais dont les cloisons sont peu visibles avec les méthodes mitochondriales et où par conséquent la délimitation de cellules n'est pas très distincte. Ces cellules offrent un cytoplasme pourvu de nombreuses vacuoles et renfermant parfois quelques cristalloïdes de protéine; les noyaux sont difficiles à mettre en évidence ; ils ne sont généralement pas visibles par les méthodes mitochondriales. Le chondriome apparaît dans le protoplasme avec une très grande netteté. Il est formé par un très grand nombre de chondriocontes entremêlés à quelques mitochondries granuleuses (Pl. 16 et 17, fig. 14 à 16). Les chondriocontes sont allongés et flexueux, mais sont plus épais que dans *Pustularia vesiculosa* et beaucoup plus faciles à différencier. Ces éléments manifestent dès le début du développement de l'hyménium des signes d'une grande activité sécrétoire. Les cellules pseudoparenchymateuses élaborent en effet en assez grande quantité du glycogène et des corpuscules métachromatiques. Un grand nombre des chondriocontes forment sur leur trajet d'assez gros renflements qui sont occupés par une vacuole incolore entourée d'une écorce mitochondriale. Ces vésicules apparaissent au milieu ou aux extrémités ou sur plusieurs régions des chondriocontes ; elles sont absolument analogues à celles que nous avons décrites dans *Pust. vesiculosa* et que nous pensons être le siège de l'élaboration du glycogène. Nous leur attribuons ici aussi un rôle dans la formation de ce produit de réserve. En même temps, on observe des chondriocontes qui produisent sur leur trajet des renflements plus petits que les précédents qui présentent parfois aussi une petite vacuole centrale, mais qui sont souvent aussi homogènes. Ces renflements s'isolent des chondriocontes et se présentent dans le cytoplasme sous forme de grains (ou de vésicules) un peu plus gros que les mitochondries granuleuses, puis s'introduisent dans les vacuoles où ils se transforment chacun en une grosse vésicule qui correspond à un corpuscule métachromatique entouré d'une écorce mitochondriale. Ce corpuscule grossit ensuite dans la vacuole, tandis que son écorce mitochondriale s'épuise. En traitant par le bleu de Crésyl une préparation colorée par la méthode de Regaud, on peut encore ici obtenir la coloration métachromatique des corpuscules très petits situés sur le trajet des chondriocontes et de ceux qui sont déjà localisés dans la vacuole et encore pourvus d'une paroi mitochondriale. Ici encore, on constate donc d'une manière très précise l'origine mitochondriale des corpuscules métachromatiques.

Les basides possèdent toujours également leur chondriome. Ce chondriome est particulièrement riche. Ces cellules renferment un noyau situé au milieu dans une mince bande de cytoplasme dense et homogène et partout ailleurs un cytoplasme vacuolaire (Pl. 16 et 17, fig. 1 à 3). Le chondriome est constitué ici encore presqu'exclusivement par des chondriocontes. Ces éléments sont allongés, flexueux et accumulés en grand nombre autour du noyau et souvent en contact aussi avec les vacuoles. Ils présentent sur leur trajet de petits renflements où naissent des corpuscules métachromatiques ; ceux-ci se séparent par dissociation des chondriocontes, s'introduisent dans les vacuoles où ils prennent l'aspect de grosses vésicules, puis épuisent peu à peu leur écorce mitochondriale. On observe aussi sur le trajet de certains chondriocontes des vésicules plus grosses qui ne se colorent pas par le bleu de Crésyl et qui sont peut-être en relation avec le glycogène.

Un peu avant le début des divisions nucléaires, le cytoplasme dense et homogène du centre de la cellule s'accroît et finit par s'étendre jusqu'à l'extrémité supérieure de la baside. Les chondriocontes sont très nombreux dans ce cytoplasme et groupés de préférence autour de chacun des 4 noyaux. Lors de l'apparition des bourgeons destinés à former les spores, on voit une partie du chondriome émigrer dans ces bourgeons, bien avant l'introduction du noyau (Pl. 16 et 17, fig. 8, 9, 11, 12 et 13). Les spores renferment toujours un chondriome sous forme de chondriocontes généralement courts.

Les autres espèces que nous avons observées et notamment *Psathyrella disseminata* et *Psalliota campestris* présentent exactement les mêmes caractères (Pl. 16 et 17, fig. 17 à 41). Dans ces espèces, nous avons pu nous procurer des chapeaux à tous les stades de leur développement et observer le chondriome dans des éléments très jeunes. Dans les chapeaux les plus jeunes, on constate dans toutes les cellules du pied et du pseudoparenchyme de l'hyménium un chondriome constitué par des chondriocontes généralement très courts et un certain nombre de mitochondries granuleuses. Au cours du développement du chapeau, ces éléments s'allongent pour la plupart en sorte que, bientôt, le chondriome apparaît presqu'exclusivement formé par de longs chondriocontes. Dans les basides au contraire, on observe dès le début de longs chondriocontes. Les basides les plus jeunes, encore pourvues de leurs deux noyaux primitifs, se montrent constituées d'un cytoplasme très dense et homogène occupant la région médiane de la cellule et d'un cytoplasme vacuolaire localisé dans les parties apicales et basales (Pl. 16 et 17, fig. 17 à 20). Les deux noyaux très rapprochés l'un de l'autre sont situés dans le cytoplasme dense et homogène. Le chondriome se trouve disséminé dans toute la cellule et plus particulièrement dans le cytoplasme périnucléaire. Après la fusion nucléaire, la baside augmente de dimension, puis le cytoplasme dense qui occupe sa région médiane envahit bientôt toute la portion supérieure de la cellule, dont la base seule reste occupée par un cytoplasme vacuolaire (Pl. 16 et 17, fig. 21, 22, 28 à 35, 38 et 39). Le noyau, très gros, se trouve placé dans la région inférieure du cytoplasme dense au contact des vacuoles de la partie basale de la cellule. C'est le moment où les phénomènes sécrétoires sont les plus intenses. Le chondriome très riche apparaît toujours constitué par de nombreux chondriocontes allongés qui forment sur leur trajet par le procédé que nous avons décrit précédemment de nombreux corpuscules métachromatiques. Quelques-uns produisent aussi des vésicules plus grosses qui ne contiennent pas de corpuscules métachromatiques et sont peut-être le siège de l'élaboration du glycogène. La suite du développement s'effectue exactement comme dans l'espèce que nous avons décrite précédemment.

C. Etude du mycélium et des appareils conidiens ou sporifères de divers champignons.

Après l'étude détaillée que nous venons de faire du chondriome des Champignons, de son évolution et de sa fonction physiologique dans des cellules, telles que les asques et les basides, particulièrement favorables par leurs dimensions élevées, il nous reste à examiner si le chondriome se retrouve dans les groupes de Champignons les plus divers, en un mot si la présence du chondriome est générale chez les Champignons. Pour cela nous avons observé le mycélium et les appareils conidiens ou sporifères d'un assez grand nombre de Champignons appartenant à des groupes divers, sans nous attarder à suivre l'évolution du chondriome dans les diverses phases de leur développement.

Ces observations nous ont permis de constater la présence du chondriome dans tous les Champignons que nous avons examinés.

a) MUCORINÉES. — Nous avons observé deux espèces : *Rhizopus nigricans* et *Mortierella reticulata*. Ces deux espèces se sont montrées extrêmement favorables pour l'étude du chondriome.

Dans la première, on constate dans tous les filaments jeunes la présence d'un très grand nombre de chondriocontes très allongés, flexueux ordinairement, orientés parallèlement dans le sens de la longueur du filament et souvent rassemblés autour des noyaux. (Pl. 18 et 19, fig. 38 à 40). Les mitochondries granuleuses semblent au contraire fort rares. Beaucoup de ces chondriocontes offrent sur leur trajet un certain nombre de petits renflements vésiculeux ou souvent homogènes qui se détachent des chondriocontes ou s'isolent par résorption des parties effilées du chondrioconte et apparaissent dans le cytoplasme sous forme de grains ou de vésicules un peu plus gros qu'une mitochondrie granuleuse. Ces grains augmentent de volume, puis prennent tous l'aspect de vésicules dont la partie incolore prend une teinte métachromatique lorsqu'on traite la préparation par le bleu de Crésyl. Ces grains sont donc des corpuscules métachromatiques entourés d'une écorce mitochondriale et formés, comme dans les exemples que nous avons examinés antérieurement, au sein des chondriocontes. En outre de ces corps, on observe souvent dans les chondriocontes des vésicules qui ne sont pas occupées par des corpuscules métachromatiques et qui sont peut-être le lieu de formation du glycogène. Dans certains filaments, un peu plus âgés, les chondriocontes sont rares ou font presque complètement défaut et les mitochondries granuleuses prédominent.

Dans les filaments sporifères, le chondriome présente les mêmes caractères et se montre constitué presqu'exclusivement par de nombreux chondriocontes. Ceux-ci s'accumulent en très grande quantité dans les renflements destinés à se transformer en sporange et sont le siège d'une active élaboration de corpuscules métachromatiques. (Pl. 18 et 19, fig. 42). Ils produisent aussi sur leur trajet un grand nombre de vésicules qui ne jouent pas de rôle dans ce phénomène et qu'on peut supposer ici encore être en relation avec le glycogène. A un stade ultérieur, les chondriocontes, comme les noyaux, viennent surtout se concentrer dans la zone superficielle qui va former le sporange, tandis qu'ils subsistent en moins grand nombre dans la columelle. Enfin, les éléments du chondriome du cytoplasme sporifère se distribuent entre les diverses spores qui renferment par conséquent chacune leur chondriome.

Le mycélium de *Mortierella reticulata* présente les mêmes caractères que celui de *Rhizopus* : on y trouve aussi dans les filaments jeunes de nombreux chondriocontes en général disposés parallèlement le long du filament. Dans les filaments plus âgés, ce chondriome tend à se morceller en filaments plus courts et en mitochondries granuleuses.

L'étude du chondriome de ces deux espèces présente un intérêt particulier parce qu'il rappelle beaucoup la *structure canaliculaire* qui a été observée il y a quelques années, par Matruchot dans *Mortierella reticulata* au moyen d'une coloration vitale.

En cultivant simultanément sur le même substratum *Mortierella* *reticulata* et une bactérie chromogène, telle que *Bacillus violaceus* dont le pigment violet est excrété hors de la cellule, cet auteur a constaté que ce pigment est susceptible de se fixer sur les Mortierellées et de les colorer vitalement. Il ne colore pas l'hyaloplasme et se fixe uniquement sur des parties filamenteuses du cytoplasme. Matruchot décrit en effet dans les cellules d'âge moyen une structure toute spéciale du cytoplasme. Il observe un cytoplasme parfaitement hyalin, indifférent au réactif colorant, constituant une sorte d'hyaloplasma, et un cytoplasme légèrement granuleux fixant la matière colorante, que l'auteur nomme *enchylema* et au milieu duquel se forment des gouttelettes huileuses qui plus fortement encore que le cytoplasme fixent le réactif colorant. Or cet enkylema se présente sous forme de longs cordons rectilignes ou souvent contournés en spirales, disposés côte à côte, parallèlement entre eux et noyés au milieu d'une masse hyaloplasmique générale. En vieillissant, les cordons d'enchylema se morcellent et apparaissent sous forme de particules flottantes qui s'accolent à la membrane, tout le reste étant occupé par un liquide d'origine hyaloplasmique.

Matruchot compare cette structure à la *structure filaire* de Flemming qu'on considère aujourd'hui comme déterminée par la présence des chondriocontes. Bien que Matruchot n'ait observé cette structure que dans les Mortierellées et n'ait pu la retrouver chez les autres représentants des Mucorinées, nous sommes porté à croire que les cordons d'enchylema décrits par cet auteur correspondent aux chondriocontes que nous figurons dans *Mort. reticulata* et *Rhizopus nigricans*. En effet, dans des recherches plus récentes, F. Moreau a montré à l'aide de la méthode employée par Matruchot que cette structure est commune à d'autres Mucorinées et la retrouve notamment dans *Rhizopus nigricans*. Remarquons d'ailleurs que l'examen à l'état frais du mycélium de ce Champignon, bien qu'il ne permette pas de voir distinctement le chondriome, présente un aspect légèrement fibrillaire qui est certainement dû à la présence de nombreux chondriocontes.

b) PENICILLIUM GLAUCUM. — Parmi un certain nombre de moisissures diverses que nous avons examinées, le *Penicillium glaucum* se distingue de toutes les autres pour la facilité avec laquelle il laisse observer son chondriome. Dans les extrémités des filaments en voie de croissance, où les articles n'offrent généralement pas de vacuoles, le chondriome est constitué par de nombreux chondriocontes, très minces et très allongés, à forme sinueuse et le plus souvent disposés parallèlement les uns aux autres dans le sens de l'axe longitudinal du filament. Dans les articles un peu plus âgés, le cytoplasme se creuse de nombreuses vacuoles et les chondriocontes se répartissent dans toute la trame cytoplasmique qui limite les vacuoles. Il n'est pas rare de rencontrer des accumulations de chondriocontes au voisinage des noyaux (Pl. 18 et 19, fig. 1 à 8).

Le chondriome participe à la ramification et lorsqu'un article produit une ébauche de rameau latéral, on voit une partie du chondriome s'introduire avec quelques-uns des noyaux dans le jeune rameau. Enfin, le chondriome se transmet dans les conidies. On retrouve un chondriome toujours très abondamment représenté dans toutes les cellules des conidiophores et dans les conidies et l'on peut constater pendant la formation des conidies l'émigration d'une partie du chondriome dans les jeunes conidies (Pl. 18 et 19, fig. 9 à 13).

(A suivre).

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

E. de Wildeman. — **Documents pour l'étude de la Géobotanique congolaise.** *Bulletin de la Société royale de Botanique de Belgique.* Volume jubilaire 1912, 3me fascicule, Bruxelles, 1913 (406 p., 117 pl.)

Bien que la connaissance de la flore congolaise présente encore de nombreuses lacunes, il est toutefois possible de donner dès maintenant une esquisse géo-botanique de cet immense territoire : c'est ce que E. de Wildeman a réussi à faire dans cette remarquable étude abondamment illustrée de photographies et de cartes.

Pendant longtemps, le Congo belge fut considéré comme une région uniquement forestière, et cette idée s'explique par le fait que les explorateurs, empruntant les voies fluviales pour atteindre l'intérieur du pays, constataient sur tout leur parcours la présence de galeries forestières et en concluaient à l'existence d'une forêt ininterrompue. Les itinéraires suivis dans les explorations de ces dernières années, orientés perpendiculairement aux vallées ont montré que d'autres associations — savanes, brousses et marais — étaient également bien développées.

Actuellement, la flore congolaise comporte plus de 4.000 représentants; les genres auxquels ils appartiennent peuvent se grouper, suivant leur aire de répartition, en 10 catégories : *éléments pantotropiques* ou *communs aux régions tropicales ; é. paléotropiques ; é. africano-asiatiques : é. africano-malgaches ; é. africano-macaronésiens ; é. africano-américains ; é. méditerranéens ; é. boréaux et méditerranéens ; é. de la flore du Cap de Bonne-Espérance ; é. endémiques africains.*

Parmi les facteurs qui ont modifié et modifient chaque jour la flore du Congo, il en est un sur lequel l'auteur attire particulièrement l'attention : c'est l'homme, indigène ou blanc, agissant comme destructeur de la flore autochthone ou comme importateur d'espèces nouvelles. Migrations de peuplades noires, établissement de villages, mise en culture d'aires défrichées, autant de circonstances qui ont provoqué la dispersion d'espèces étrangères : certains éléments se sont si bien adaptés à leur nouvelle patrie qu'il est souvent très difficile, faute de documents historiques, de les discerner.

Modifiant les subdivisions géobotaniques qu'il avait proposées, il y a quelques années, l'auteur adopte celles d'A. Engler. Compris tout entier dans le domaine des forêts et steppes africaines, le Congo belge se divise en 10 districts botaniques répartis comme suit en 2 provinces :

PROVINCE FORESTIÈRE GUINÉENNE

1. *District côtier.*
2. *District du Mayombe*
3. *District du Bas-Congo*
4. *District de la forêt tropicale centrale*
5. *District du Haut-Ubangi et district de l'Uele*
6. *District du Kasai*
7. *District du Moyen-Katanga ou Haut-Congo.*

PROVINCE DES STEPPES AUSTRALES ET ORIENTALES AFRICAINES

8. *District du Lac Albert-Edouard et du Ruwenzori.*
9. *District des grands lacs (Kivu, Tanganika)*
10. *District du Luapula, du Banguelo et du Moero et district du Haut-Katanga.*

1. *District côtier.* — Il se présente comme une bande étroite où l'on peut distinguer une zone côtière proprement dite et une zone de plateaux sablonneux à végétation très pauvre, assez mal connue du reste et seulement par des florules locales.

2. *District du Mayombe.* — C'est une région de collines élevées, assez accidentée ; les forêts occupent les flancs et les fonds des vallées tandis que les plateaux intermédiaires sont couverts de brousses. La forêt mayombienne renferme une flore très variée où les épiphytes et les lianes sont nombreuses ; les Ptéridophytes sont représentées par un grand nombre d'espèces. Elle est un exemple typique de forêt rongée par la brousse et dont l'extension se réduit chaque jour par suite des incendies allumés par les indigènes.

3. *District du Bas-Congo.* — Il occupe en grande partie la région des cataractes, région à relief tourmenté , où l'érosion est très active. Le long des cours d'eau, des « tronçons » de forêts se continuent par des pentes gazonnées et des brousses ; le remaniement de la flore par les indigènes est nettement montré par la présence d'*Elæis.* Parmi les plantes intéressantes de ce district, il faut citer *Vanilla grandifolia* qui atteint ici sa limite méridionale. Une riche florule de Cypéracées (principalement des *Fimbristylis* et des *Cyperus)* se rencontre sur les bords marécageux du Stanley Pool.

4. *District de la forêt tropicale centrale.* — Assez difficile à délimiter avec précision, on peut dire que ce district occupe la dépression centrale de la colonie, c'est-à-dire approximativement la région des grès blancs ; ne dépassant pas 500 mètres d'altitude, elle est en outre caractérisée par un climat chaud et humide (1.600-2.000 mm. de pluie annuelle). La forêt tropicale y présente ses caractères typiques : arbres de dimensions gigantesques, lianes et épiphytes d'une exubérance merveilleuse, palmiers grimpants, etc. Le long du fleuve et de ses affluents, l'Aruwimi en particulier, s'étendent des galeries forestières épaisses. A distance des cours d'eaux, la forêt tropicale est interrompue par les « savanes boisées ». Un

fait intéressant à signaler est la présence dans cette région forestière centrale d'éléments floristiques septentrionaux : c'est ainsi que des espèces de la région du Bahr-el-Glazal et du Haut-Nil s'y rencontrent, amenées par des îlôts flottants arrachés des rives. Une grande partie de la flore des Ssedds du Nil se retrouve ainsi par suite dans ce district.

5. *District du Haut-Ubangi et de l'Uele.* — S'étendant au nord de la forêt centrale, ce district est caractérisé par des forêts en galeries que séparent des brousses et des steppes. La flore de la brousse est assez variée et renferme quelques éléments dominants : *Acanthus montanus* T. Anders., *Milletiadrastica* Welw., *Acalypha ornata* A. Rich. Dans la savane, certaines graminées sociales : *Andropagon familiaris* Steud., *Imperata cylindracea* Pal. Beauv. se montrent en abondance.

6. *District du Kasai.* — Il se caractérise par des steppes, des brousses occupant les chaînes de séparation des bassins fluviaux et des rideaux forestiers marécageux ou secs, au fond des vallées. Les *Landolphia Thollonii* et *Carpodinus lanceolata* sont abondants dans les steppes, les *Pandanus* dans les parties marécageuses des plateaux.

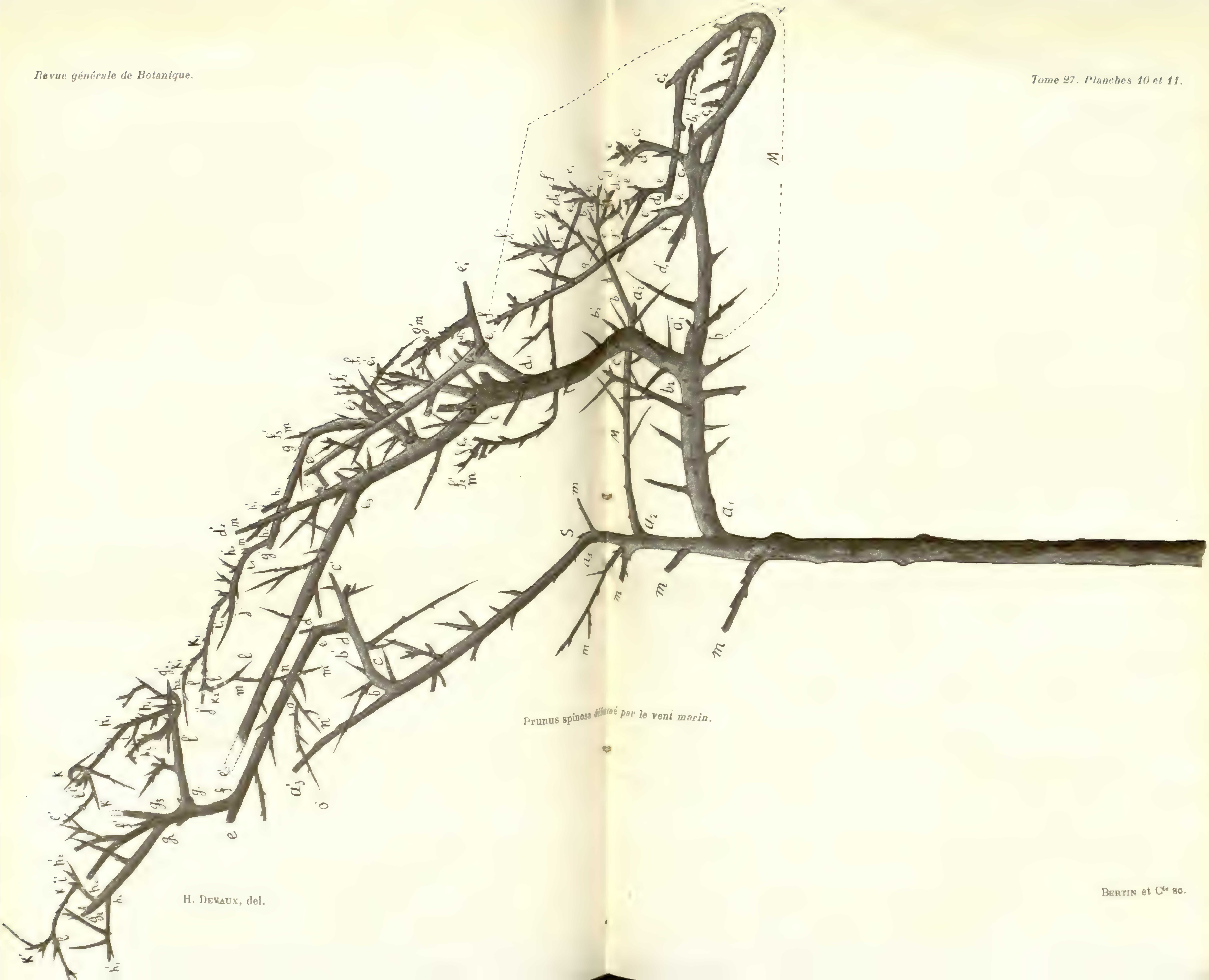
7. *District du Moyen-Katanga ou Haut-Congo.* — Encore peu connue, la flore de ce district paraît être un mélange d'espèces de la forêt tropicale et des brousses méridionales, de plantes ubiquistes et de quelques éléments endémiques.

8. *District du lac Albert-Edouard et du Ruwenzori.* — La flore des pentes volcaniques de cette région est très remarquable et présente un exemple type de la forêt à bambous. Les abords du lac Albert-Edouard comprennent des marécages à flore variée, semble-t-il, mais encore peu connue. Sur les flancs du massif du Ruwenzori, on observe une succession très remarquable de flores dont les éléments les plus notables sont : *Erica arborea*, *Podocarpus*, Bambous, *Lobelia* arborescents, *Dracæna* arborescents, *Senecio* arborescents, *Helichrysum* et Muscinées.

9. *District des grands Lacs (Kivu, Tanganika).* — On y rencontre des brousses, des marais à Papyrus, des terrasses où végètent des *Borassus* et des *Euphorbia* en candélabres.

10. *District du Haut-Katanga.* — Ce district, assez bien exploré durant ces dernières années, forme une zone de transition entre la forêt tropicale centrale et les steppes du sud-africain. Forêts claires où l'on peut circuler facilement, steppes herbeuses à Cypéracées xérophiles et plantes bulbeuses, vallées marécageuses ou « dembos », marais à Papyrus, telles sont les principales associations de cette région. Dane les savanes boisées, les termitières jouent un rôle écologique très remarquable et certaines espèces, *Sanseviera cylindrica* Boj. en particulier, ne se développent que sur ces termitières.

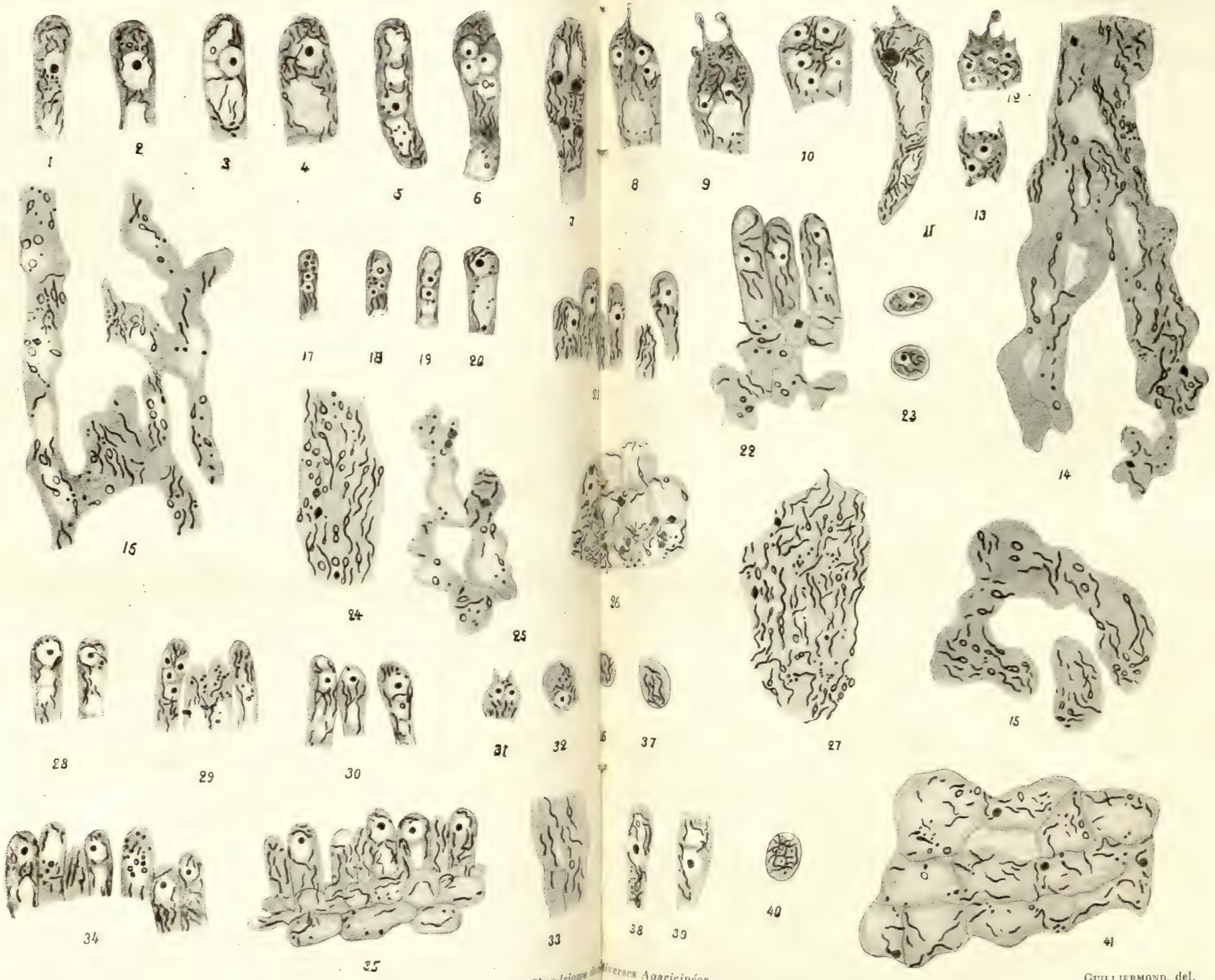
A. Pierre Allorge



Prunus spinosa déformé par le vent marin.

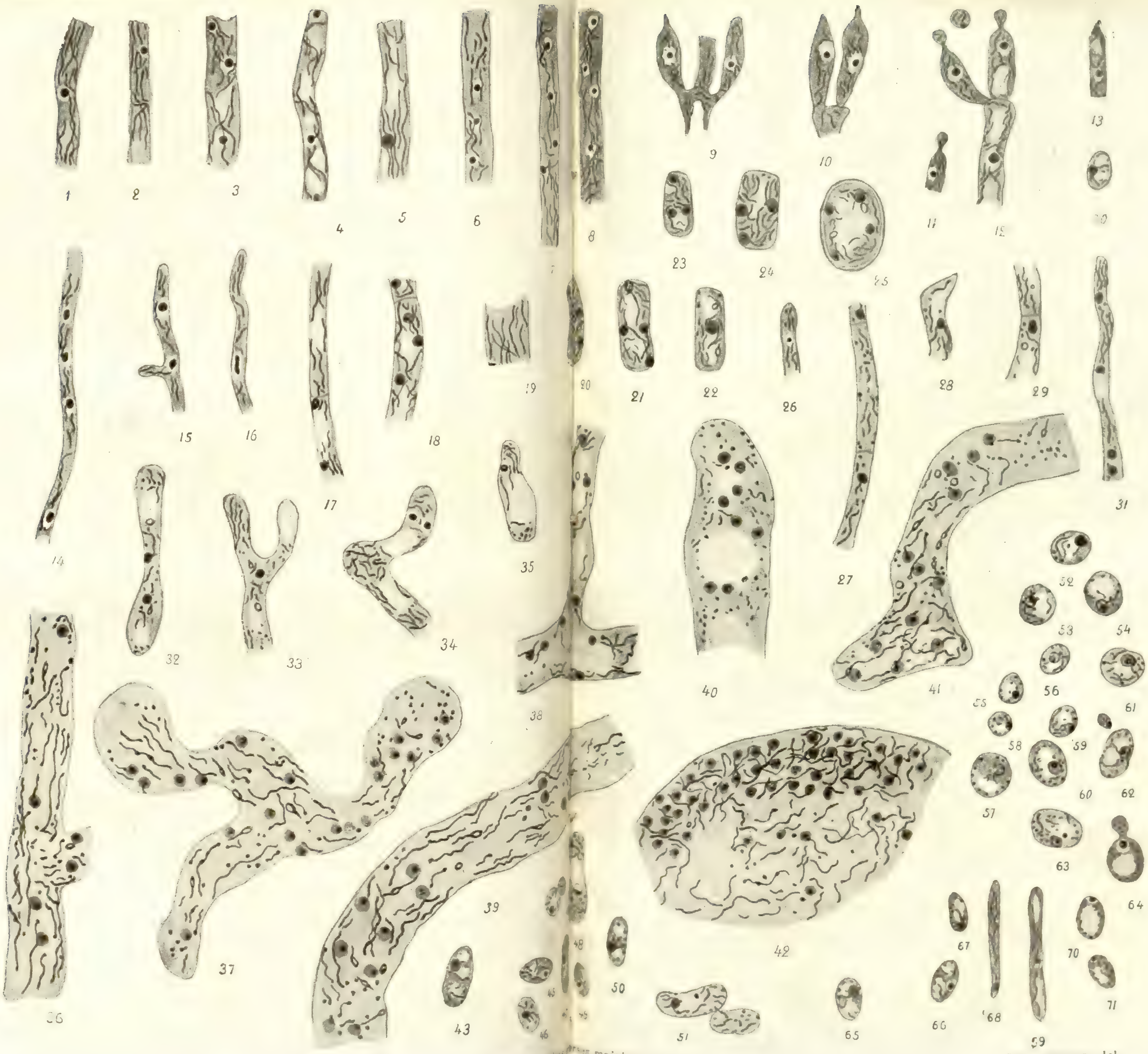
H. Devaux, del.

Bertin et Cie sc.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
15
27
28
29
30
31
32
16
37
34
25
33
38
39
40
41

Chondriome d iverses Agaricinées

GUILLIERMOND, del.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
30
23
24
25
14
15
16
17
18
19
20
21
22
26
27
28
29
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
45
46
48
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71

Chondriome de diverses moisissures

GUILLIERMOND, del

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME VINGT-NEUVIÈME

Livraison du 15 Septembre 1915

N° 321 ✓

Entered at the New-York Post Office
as Second Class matter

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
1, RUE DANTE, 1

1915

LIVRAISON DU 15 SEPTEMBRE 1915

I. — SUR LES CAUSES QUI DÉTERMINENT LA FORME DES ARBRES, par **M. Paul Jaccard**. 257

II. — RECHERCHES SUR LE CHONDRIOME CHEZ LES CHAMPIGNONS ET CHEZ LES ALGUES, *troisième contribution à l'étude des mitochondries,* (avec planches et figures dans le texte) *(suite)*, par **M. A. Guilliermond**. 271

Cette livraison renferme 2 figures dans le texte
et les planches suivantes :

Planche 20. — *Chondriome dans diverses Algues.*
Planches 21 et 22. — *Chondriome dans diverses Algues.*
Planche 23. — *Chondriome des Champignons et des Algues.*

Pour tout ce qui concerne les Annonces, s'adresser à M. l'Administrateur de la Librairie générale de l'Enseignement, 1, rue Dante, Paris (Ve).

SUR LES CAUSES
QUI DÉTERMINENT
LA FORME DES ARBRES

par M. Paul **JACCARD**.

Dans un travail publié il y a deux ans (1) j'arrivais à la conclusion que la forme du tronc de l'épicea *(Picea excelsa),* au-dessous de la couronne (2), s'explique d'une manière satisfaisante en supposant son accroissement en épaisseur réglé de manière à *maintenir sa capacité conductrice pour l'eau égale dans toute la longueur.*

Pour illustrer ce postulat que j'opposais à la théorie d'après laquelle le tronc des arbres réaliserait un fût d'égale résistance vis-à-vis des efforts mécaniques auxquels il est exposé, je cherchai à calculer et à construire graphiquement un épicéa donc le tronc réponde à la condition énoncée ci-dessus, et soit un fût d'égale capacité conductrice.

Comme base de mes calculs je choisis un épicéa âgé de 49 ans croissant dans la forêt de Brunnstube, canton d'Argovie. Il s'agissait d'établir quelle forme acquerrerait le tronc de cet arbre au bout de 50 ans en supposant qu'il conserve au cours de son développement le caractère d'un fût d'égale capacité conductrice, et que la relation entre sa capacité conductrice et la suface extérieure de sa couronne considérée comme surface transpiratoire, se maintienne sensiblement constante entre sa 49me et sa 99me année. Afin de tenir compte autant que possible des conditions de croissance où notre épicéa était sensé poursuivre son développement, j'admis que son sommet devait s'allonger de 23 cm. en moyenne par année, et que sa couronne, tout en se dégarnissant chaque année à sa base sur une longueur de 20 cm, devait augmenter annuellement de 1 °/₀ en volume.

---

(1) Eine neue Auffassung über die Ursachen des Dickenwachstums. *Naturwissenschaft. Zeitschrift für Forst-und Landwirtschaft.* Bd. XI 1913, p. 242 à 279.

(2) J'emploie dans ce travail le terme de « couronne » au lieu de « cime » pour désigner d'une façon générale l'ensemble des branches feuillées d'un arbre, à l'exception des branches sèches encore attenantes au tronc.

Le résultat de mes calculs, traduit graphiquement, me conduisit à une forme de tronc présentant avec celle des arbres centenaires de la forêt susnommée une ressemblance tout à fait satisfaisante.

Une vérification physiologique directe de la justesse de mon point de vue théorique se heurtant pour le moment à de grandes difficultés je songeai à un contrôle anatomique qui consisterait à déterminer sur diverses sections du tronc, la surface et la structure des dernières couches annuelles afin d'en déduire leur capacité conductrice probable.

Cette détermination constitue l'objet principal du présent travail.

Méthode. — Le matériel utilisé pour mes recherches consiste en cinq épicéas et deux sapins de 50 à 100 ans provenant de deux stations différentes, Degenried (D) et Winterthur (W) dans le canton de Zurich. Ce matériel a été aimablement mis à ma disposition par la station fédérale d'essais forestiers dont je remercie bien vivement M. le Directeur A. Engler et son adjoint, M. Ph. Flury. C'est à ces Messieurs également que je dois la communication de nombreux documents concernant les arbres dont il est mention dans mes tableaux numéros 2 à 6. A ce propos je tiens à faire remarquer que la plupart des documents sur lesquels s'appuie ma démonstration ont été recueillis dans un tout autre but, ce qui est de nature, je pense, à donner une valeur plus générale encore aux conclusions qu'ils ont servi à étayer.

Caractéristiques des individus étudiés. — Chacun des arbres étudiés est caractérisé par les renseignements suivants : Hauteur totale ; longueur du fût dénudé ; longueur de la couronne, son diamètre maximum moyen ; longueur des 8 rayons correspondant aux directions E.-O., N.-S., N.-E., S.-O. et N.-O. S.-E. Diamètres du tronc mesurés de 2 en 2 m. à partir de 1 m. sur sol, ainsi que le diamètre à $0^m,65$ et à $1^m,30$. Nature du sol et exposition dominante ; conditions de croissance, isolée ou en massif ; âge de l'individu, niveau inférieur des rameaux secs encore attenant au tronc.

De chaque arbre ont été prélevées quelques sections transversales; une à 10 cm. au-dessus du sol, une à 2 m. sur sol, une au-dessous de la couronne, enfin une ou plusieurs entre ces deux derniers niveaux.

On a découpé sur le pourtour de chaque section 8 échantillons suivant 8 directions correspondant à celles des 8 rayons de la couronne. Enfin chaque échantillon a fourni des préparations microscopiques dont on a pris des microphotographies à un grossissement de 37 fois. Au moyen d'une règle millimétrique, la largeur des couches annuelles a été déterminée directement sur ces photographies. Les chiffres indiqués dans les deux dernières colonnes des tableaux numéros 1 et 6 sont basés chacun sur la moyenne des déterminations faites sur les 8 échantillons sus-mentionnés.

REMARQUES. — 1° Dans ce travail, j'admets implicitement que *la surface annulaire donne la mesure de la surface conductrice* alors même que par suite de l'inégale proportion du tissu mécanique en divers points d'une même couche d'accroissement, et par suite de la variation de diamètre des trachéides, ces deux valeurs ne peuvent pas être rigoureusement équivalentes. Dans une question aussi complexe que celle qui nous occupe, il est absolument nécessaire de dégager tout d'abord les relations dominantes avant de pouvoir utilement déterminer les variations individuelles ou locales qu'elles présentent.

Pour la clarté de notre exposé nous donnerons donc aux deux expressions ci-dessus la même signification en admettant que la valeur de la section annulaire est *proportionnelle* à celle de la section conductrice.

2° *Tronc et fût :* nous donnons au premier de ces termes son sens tout à fait général, tandis que nous réservons le second pour désigner la portion de la tige située au-dessous de la couronne verte. Encore qu'elle soit toute conventionnelle, cette distinction se justifie dans l'intérêt de la clarté.

I. — DÉTERMINATION DE LA SURFACE ANNULAIRE CHEZ PICEA EXCELSA I. D.

Envisageons tout d'abord les résultats de notre étude anatomique chez *Picea excelsa* numéro 1 de la station de Degenried près Zurich. Les caractéristiques de cet arbre sont les suivantes : Hauteur totale, 19m,20 ; base de la couronne, 12m,20 sur sol ; longueur de la couronne 7 m. ; Diamètre maximum de la couronne, 1m,90.

TABLEAU N° 1

LARGEUR MOYENNE ET SURFACE CONDUCTRICE DES DERNIÈRES COUCHES ANNUELLES CHEZ PICEA *I. D.*

DÉSIGNATION DES SECTIONS EXAMINÉES	LARGEUR MOYENNE DES COUCHES ANNUELLES EN				Largeur moyenne des anneaux de 1911-14.	Circonférence des sections du tronc, écorce comprise.	Surface du dernier anneau en section transversale.	Surface annulaire moyenne des anneaux de 1911-14.	Valeurs réelles de la surface annulaire moyenne.
	1914	1913	1912	1911					
	en mm.	en mm.	en mm	en mm.	en mm.	en cm.	en cm².	en cm².	en cm².
Section à 10 $^{\text{cm}}$ sur sol...	37,5	34,2	—	—	35,9	81	304	290	**7,8**
— 2 $^{\text{m}}$ — ...	23,5	21,3	13,0	27,3	21,3	53	125	112	**3,0**
— 4,50 — ...	20,1	12,6	10,1	23,6	16,6	49	99	81	**2,2**
— 7,50 — ...	27,8	18,5	16,4	23,5	21,3	43	119	92	**2,5**
— 9,50 — ...	34,2	24,0	21,0	28,0	26,8	38,5	132	103	**2,8**
— 12,20 — ...	42,8	29,3	29,6	32,0	33,4	34,0	145	114	**3,1**

La largeur des couches annuelles est mesurée directement sur des microphotographies grossies 37 fois ; la largeur réelle est donc 37 fois moindre. Les valeurs effectives de la surface conductrice sont obtenues également en divisant par 37 les chiffres de l'avant-dernière colonne.

Le tableau numéro 1 indique pour les 6 sections du tronc examinées à 10 cm., 2m., 4^m,50, 7^m,50, 9^m,50 et 12^m,20 au-dessus du sol, 1° l'épaisseur moyenne des quatre dernières couches annuelles; 2° la surface correspondante, que nous désignons comme *surface annulaire* et qui est obtenue en multipliant l'épaisseur moyenne des couches annuelles par la circonférence de chaque section.

Les valeurs de la surface annulaire moyenne des derniers anneaux d'accroissement entre 10 cm. et le point d'insertion de la couronne, à 12^m,20 au-dessus du sol, sont indiquées par les chiffres de la dernière colonne.

L'examen du tableau numéro 1 montre tout d'abord que la surface annulaire moyenne de la base du tronc à 10 cm. sur sol dépasse notablement celle des deux autres sections, ce qui correspond à l'élargissement bien connu de la zone du collet. La hauteur à laquelle cet élargissement basilaire est encore sensible varie avec l'âge et les conditions de croissance de chaque individu. Dans l'épicéa numéro I. D, son influence se fait encore sentir à 2 m. sur sol. A ce niveau-là, la surface annulaire moyenne des quatre dernières années est de 3$^{cm^2}$,8, *tandis qu'elle n'est que de* 2$^{cm^2}$,2 *à* 4^m,50 *sur sol où elle atteint sa valeur minimum.* Il est d'ailleurs possible que ce minimum soit réalisé déjà dans une portion du tronc plus proche du sol, vers 4 m. ou 3 m. ce que je n'ai pas été en mesure d'établir après coup, la partie correspondante du tronc ayant été utilisée à d'autres fins.

Quoi qu'il en soit, on constate qu'à partir d'une valeur minimum réalisée probablement vers 3 ou 4 m. au-dessus du sol, la surface annulaire s'accroît insensiblement jusqu'à la base de la couronne, où elle atteint son maximum pour diminuer ensuite progressivement dans la portion supérieure branchée de la tige.

Cet accroissement de la surface annulaire de la base au sommet du tronc dénudé paraît en contradiction avec la conclusion de mon premier mémoire (1).

Je n'envisageais, il est vrai, dans ce travail, que deux sections seulement du tronc, l'une à 1 mètre au-dessus du sol, l'autre à la base de la couronne verte et je calculais l'épaisseur moyenne que devaient avoir les cinquante dernières couches annuelles pour qu'à ces deux niveaux leur surface annulaire soit égale.

---

(1) **Eine neue Auffassung etc. p. 279.**

La construction graphique établie sur cette base supposait entre la base et le sommet du fût une diminution du diamètre telle, qu'entre les deux niveaux sus-mentionnés la surface annulaire moyenne des dernières couches d'accroissement conserve une valeur constante.

Influence des branches sèches encore attenantes au tronc.

Si l'on s'en tient à ces deux niveaux extrêmes du fût, les chiffres reproduits par le tableau n° 1 (dernière colonne) nous montrent que l'épicéa D. I réalise pleinement le caractère de fût d'égale capacité conductrice, puisque la surface annulaire moyenne des dernières couches annuelles possède, à 2 mètres sur sol et au sommet du fût, sensiblement la même valeur. Comment alors expliquer les variations qui se manifestent entre ces deux niveaux ; en particulier l'existence d'une surface annulaire minimum vers 3 ou 4 mètres au-dessus du sol et l'augmentation régulière de cette surface jusqu'au niveau de la couronne ? Un peu de réflexion nous montre que cette anomalie n'est qu'apparente. En réalité, *l'augmentation observée est nécessaire pour maintenir constante la surface annulaire réduite par la persistance des branches sèches attenantes au tronc dans sa partie supérieure* (1).

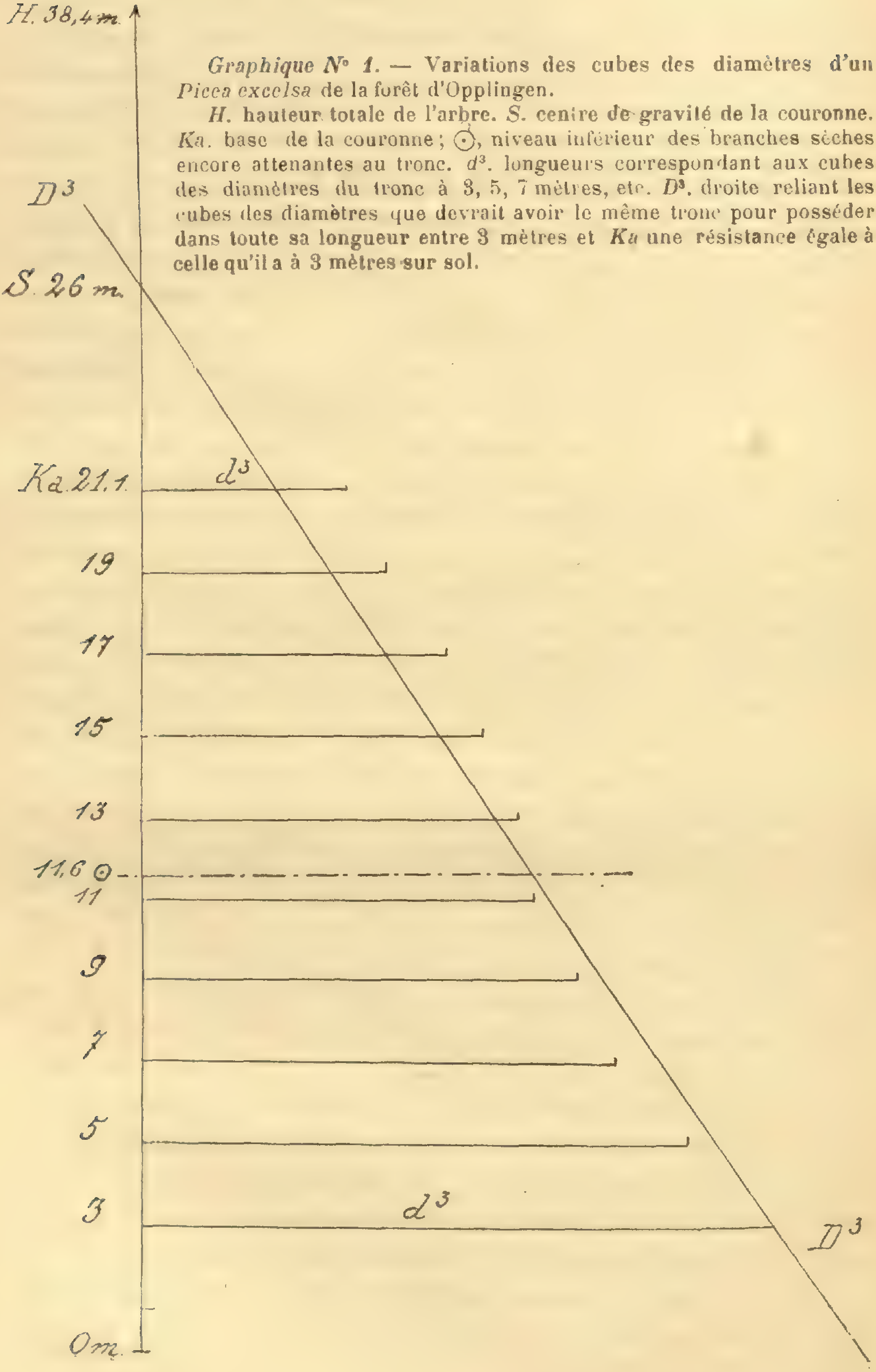
Ces branches, dont le nombre, l'épaisseur et la hauteur au-dessus du sol varient avec les individus, réduisent au niveau de chaque nœud la surface conductrice du fût, et entravent dans une certaine mesure le mouvement ascensionnel de l'eau. Pour que le tronc conserve dans toute sa longueur le caractère d'un fût d'égale capacité conductrice il est donc nécessaire que la surface annulaire s'accroisse dans la mesure où la persistance des branches mortes tend à la réduire.

Le fait que l'accroissement de la surface annulaire moyenne se manifeste chez notre épicéa D. I. à partir de $7^{m},50$ sur sol, c'est-à-dire précisément au niveau des premières branches sèches me parut significatif, et m'engagea à chercher un moyen pratique et rapide d'évaluer l'influence exercée par la portion desséchée de la couronne encore attenante au tronc sur le diamètre de celui-ci.

(1) Rappelons que chez les épicéas croissant en forêt, les branches inférieures de la couronne se dessèchent faute de lumière tout en restant quelques années encore attenantes au tronc.

Voici comment en dehors de toute mesure anatomique, l'augmentation de la section annulaire vers la partie supérieure du fût et la majoration de diamètre qui en résulte peut être mise en évidence : (Voir graphique n° 1). La longueur totale de l'arbre étant figurée par une ligne verticale à l'échelle de 1 cm. pour 1 mètre, on marque sur cette ligne : 1° de deux en deux mètres les niveaux correspondants aux sections du tronc dont on connaît le diamètre ; 2° le niveau des branches sèches les plus inférieures encore attenantes au tronc (niveau que nous désignerons sur nos tableaux et sur le graphique par *Rs* ou par le signe * ; 3° le niveau de la base de la couronne verte *(Ka)* ; 4° le niveau correspondant au centre de gravité de la couronne que nous fixons d'une manière uniforme à 1/3 de la longueur de la couronne *(S)*. Ceci fait, on porte en abcisse le cube du diamètre du tronc à 3 mètres sur sol, puis on trace une droite entre le point ainsi obtenu et le centre de gravité S de la couronne. Cette droite que nous désignerons par D^3, passerait par les cubes des diamètres de n'importe quelle section d'un tronc dont l'épaisseur diminuerait dans la même proportion que la distance des sections considérées au point S. Un tronc qui se comporterait de la sorte présenterait le caractère d'un fût d'égale résistance. La statique nous enseigne en effet qu'un fût vertical de section cylindrique soumis à l'action d'une force fléchissante agissant sur un point de son axe possède dans toute sa longueur une égale résistance lorsque les cubes des diamètres de ses sections forment une ligne droite dont le prolongement passe par le point d'application de la force. La forme d'un pareil fût n'est pas celle d'un cône allongé mais bien celle d'un paraboloïde.

Or, en portant en abcisse les cubes des diamètres effectifs du tronc étudié, soit les valeurs de d^3 à 2 m, 4 m,50, 7 m,50, 9 m,50 et 12 m,2 au-dessus du sol, *on constate qu'elles ne correspondent pas avec celles de la ligne théorique D^3 ;* les écarts observés sont positifs dans la portion supérieure du tronc tandis qu'ils sont négatifs dans sa partie inférieure. *Le niveau où ces écarts changent de sens correspond visiblement à la hauteur des premières branches sèches encore attenantes au tronc*, ainsi que cela ressort des chiffres suivants concernant notre épicéa D. I chez lequel les branches sèches descendent jusqu'à 7 m,7 sur sol.



Graphique N° 1. — Variations des cubes des diamètres d'un *Picea excelsa* de la forêt d'Opplingen.

H. hauteur totale de l'arbre. *S.* centre de gravité de la couronne. *Ka.* base de la couronne ; ⊙, niveau inférieur des branches sèches encore attenantes au tronc. d^3. longueurs correspondant aux cubes des diamètres du tronc à 3, 5, 7 mètres, etc. D^3. droite reliant les cubes des diamètres que devrait avoir le même tronc pour posséder dans toute sa longueur entre 3 mètres et *Ka* une résistance égale à celle qu'il a à 3 mètres sur sol.

Niveau des sections étudiées.	Cubes des diamètres réels (1).	Valeurs correspondant à la ligne D^3 (1).	$d^3 - D^3$.
2 m. s/sol.	43,30	43,30	0,00
4,50 m.	33,08	35,30	— 2,22
7,50 m.	24,06	24,80	— 0,74
7,70 m.*	Niveau inférieur des branches sèches		
9,50 m.	17,72	16,75	+ 0,97
12,20 m.	11,25	7,80	+ 3,45

Comparé au tronc idéal dont les cubes des diamètres correspondraient avec la ligne D^3, le fût de notre épicéa présente donc au-dessous du point *, des diamètres plus faibles et au-dessus une épaisseur plus grande que celle d'un fût d'égale résistance. Le diamètre minimum *relatif* correspond à l'écart négatif — 2,22 observé à 4^m,50 sur sol, le diamètre maximum *relatif* à l'écart positif + 3,45 mesuré à la base de la couronne. A partir de 4^m,50, les écarts entre d^3 et D^3 vont en augmentant jusqu'au sommet du fût ce qui est conforme aux indications du tableau n° 1. Comme deuxième exemple, notons encore les écarts relevés entre d^3 et D^3 chez l'épicéa n° 2 de la forêt d'Opplingen (figuré par le graphique n° 1).

Les caractéristiques de cet arbre étant : H. = 38^m,4 Ka. 21^m,1 Cl. = 17^m,3 S. = 26 m. et le niveau inférieur des branches sèches encore attenantes au tronc étant à 11^m,6 au-dessus du sol, les écarts entre d^3 et D^3 sont tous négatifs au-dessous de ce niveau, tandis qu'ils ont une valeur positive au-dessus.

Hauteur des sections du tronc au-dessus du sol :	3 m	5 m	7 m	9 m	11 m	13 m	15 m	17 m	19 m	21 m
Ecarts mesurés entre d^3 et D^3 (réduits au 1/10.000 :	0,00	— 0,90	— 1,42	— 1,01	— 0,76	+ 0,20	+ 0,70	+ 1,12	+ 0,92	+ 1,20

Valeurs des écarts entre d^3 et D^3 chez 13 PICEA et chez 8 ABIES provenant de stations différentes.

Afin d'établir la valeur générale de la méthode que nous venons d'appliquer à l'épicea I. D, ainsi que celle des résultats qu'elle permet d'obtenir dans l'analyse de la forme du tronc des Conifères, nous réunissons dans les tableaux nos 2, 3 et 4 les chiffres obtenus au moyen d'autres *Picea* ainsi que ceux concernant quelques *Abies*.

---

(1) Réduits au 1/100.

TABLEAU N° 2

ÉCARTS ENTRE d^3 ET D^3 RÉDUITS AU 1/10.000
CHEZ 5 *PICEA EXCELSA* DE LA FORÊT D'OPPLINGEN.

Hauteur des sections au-dessus du sol.	ÉCARTS ENTRE d^3 ET D^3 CHEZ LES ÉPICÉAS NUMÉROS :				
	1	2	3	4	5
21 m.		+ 1,20			
19		+ 0,92			
17		+ 1,12	+ 1,05		
15	+ 0,01	+ 0,70	+ 0,92		
13	+ 0,06 *	+ 0,20	+ 0,80	+ 0,83	
11	— 0,18	— 0,76 *	+ 0,14	+ 0,51	+ 0,75
9	— 0,36	— 1,01	+ 0,12 *	+ 0,34	+ 0,52
7	— 0,42	— 1,42	— 0,15	+ 0,01 *	+ 0,43
5	— 0,29	— 0,90	— 0,10	— 0,12	— 0,09 *
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
H	38,0 m.	38,4	37,8	34,8	32,6
Ka	15,2 m.	21,1	16,6	13,2	9,9
*	13,2 m.	14,6	8,6	7,8	5,2
Cl	22,8 m.	17,3	21,2	21,6	22,7
C %	60 %	45 %	56 %	62 %	70 %
Cd	8,5 m.	9,7	6,5	6,6	5,8
S	22,8 m.	26,0	23,7	20,4	17,5
d à 3 m.	65,9 cm.	53,8	48,2	39,3	36,4

(*) niveau inférieur des branches sèches.

TABLEAU N° 3

ÉCARTS ENTRE d^3 ET D^3 RÉDUITS AU 1/10 000 CHEZ 8 *PICEA EXCELSA* DE LA FORÊT DE ROSEN

Hauteur des sections au-dessus du sol.	ÉCARTS ENTRE d^3 ET D^3 CHEZ LES ÉPICÉAS NUMÉROS :							
	1	2	3	4	5	6	7	8
21 m	+ 0,74					+ 0,25	+ 0,04	
19 m	+ 0,60	+ 0,22	+ 0,43	+ 0,22		+ 0,23	0,00	
17 m	+ 0,32	+ 0,32	+ 0,32	+ 0,19	+ 0,60	+ 0,23	+ 0,01	+ 0,27
15 m	+ 0,43	+ 0,08	+ 0,05	+ 0,09	+ 0,63	+ 0,21	+ 0,01	+ 0,19
13 m	+ 0,15	+ 0,04	+ 0,09	+ 0,02	+ 0,47	+ 0,07	— 0,01	+ 0,07
11 m	— 0,02	— 0,25	— 0,02	+ 0,17	+ 0,34	+ 0,06	— $\overset{*}{0,13}$	— 0,05
9 m	— $\overset{*}{0,14}$	— $\overset{*}{0,10}$	— $\overset{*}{0,20}$	+ 0,01	+ 0,17	+ 0,03	— 0,05	— $\overset{*}{0,24}$
7 m	— 0,38	— 0,33	— 0,20	+ 0,08	+ 0,05	+ 0,02	— 0,10	— 0,36
5 m	0,00	— 0,43	— 0,10	+ 0,03	+ 0,14	$\overset{*}{0,00}$	— 0,14	— 0,14
3 m	0,00	0,00	0,00	$\overset{*}{0,00}$	$\overset{*}{0,00}$	0,00	0,00	0,00
H.	33,2 m	33,4	34,6	33,2	33,2	33,2	33,6	30,8
Ka	21,0 m	20,2	20,6	20,4	17,0	22,4	22,9	17,8
*	9,6 m	9,3	9,2	3,7	3,8	5,0	11,5	9,5
Cl	12,2 m	13,2	14,0	12,8	16,2	10,8	10,7	13,0
Cr %	37 %	40 %	40 %	39 %	50 %	33 %	32 %	42 %
Cd	5,5 m	17,0	5,1	5,0	4,0	4,4	3,9	4,8
S	25,1 m	24,6	25,3	24,7	24,4	26,0	26,5	21,1
d à 3 m	39,0 cm	35,8	35,5	33,4	33,2	31,4	30,0	30,4

TABLEAU N° 4

ÉCARTS ENTRE d^3 ET D^3 RÉDUITS AU 1/100.000 CHEZ 7 *ABIES ALBA* DE LA FORÊT D'OPPLINGEN

Hauteur des sections au-dessus du sol.	ÉCARTS ENTRE d^3 ET D^3 CHEZ LES SAPINS NUMÉROS :						
	1	2	3	4	5	6	7 (3)
23 m	+ 0,28						
21 m	+ 0,28	+ 0,21 (2)					
19 m	+ 0,22	+ 0,43					
17 m	+ 0,19	+ 0,39	+ 0,46	+ 0,32			
15 m	+ 0,08*	+ 0,24	+ 0,29	+ 0,19			
13 m	— 0,23	+ 0,10	+ 0,04	+ 0,08*	+ 0,50		
11 m	— 0,09	— 0,06	— 0,08*	- 0,03	+ 0,28	+ 0,47 (2)	
9 m	— 0,15	— 0,08*	— 0,08	— 0,05	— 0,04	+ 0,40	+ 0,27
7 m	— 0,25	— 0,30	— 0,33	— 0,15	— 0,25*	+ 0,16*	+ 0,05
5 m	— 0,20	— 0,16	— 0,42	— 0,18	— 0,28	— 0,10	+ 0,12*
3 m	0,00	0,00	0,00	— 0,20 (1)	0,00	0,10	0,00
H	40,0 m	35,0	40,0	36,0	40,4	38,6	29,4
Ka	23,4 m	20,2	18,0	18,6	13,4	10,8	10,6
*	15,2 m	9,1	12,8	13,4	7,4	7,7	5,4
Cl	16,6 m	14,8	22,0	17,4	27,0	27,8	18,8
C %	42 %	42 %	55 %	49 %	67 %	72 %	64 %
Cd	7,8 m	7,0	12,1	9,2	8,3	8,1	7,9
S	28,9 m	25,1	25,3	24,4	22,4	20,1	17,1
d à 3 m	60,0 cm	56,0	71,4	52,7	70,2	67,2	37,5

---

(1) Pour le n° 4, la ligne D^3 part de 1,3 m. sur sol et non de 3 m.

(3) Pour le n° 7, les valeurs d^3 et D^3 sont au 1/10.000.

(2) 0,21 et 0,47 correspondent au d^3 à Ka, soit un peu en dessous de 21 m. et de 11 m.

ABRÉVIATIONS ET SIGNES CONVENTIONNELS UTILISÉS DANS LES TABLEAUX

H.	Hauteur totale de l'arbre.
Ka.	Longueur du fût au-dessous de la couronne.
*.	Niveau inférieur des branches sèches encore attenantes au tronc.
Cl.	Longueur de la couronne verte.
Cr $^{\circ}/_{\circ}$.	Rapport centésimal de la longueur du tronc à la hauteur totale de l'arbre.
Cd.	Diamètre moyen de la couronne dans sa portion la plus large.
S.	Centre de gravité de la couronne fixé à 1/3 de la longueur de la couronne au-dessus de Ka.
d. à 3 m.	Diamètre du tronc (écorce comprise) à 3 m. au-dessus du sol.
d^3.	Cubes des diamètres du tronc.
D^3.	Valeurs correspondantes qu'aurait un fût d'égale résistance possédant la même longueur, la même couronne et le même diamètre à 3 m. au-dessus du sol

L'examen des tableaux 2 à 4 nous montre que, *d'une façon générale,* au-dessus du point *, tous les d^3 sont supérieurs à D^3 ; il en résulte que l'écart observé entre d^3 et D^3 est positif au-dessus de *, tandis que c'est l'inverse qui se manifeste au-dessous de ce même point.

Si nous envisageons non plus le caractère positif ou négatif des écarts observés dans l'épicea n° 2 d'Opplingen, mais leur valeur absolue nous voyons que la différence la plus forte entre d^3 et D^3, soit, — 1,42, se manifeste vers 7 mètres sur sol. C'est là qu'au point de vue mécanique la portion du tronc comprise entre 0 mètre et 21 mètres sur sol possède le diamètre le plus faible, autrement dit, c'est là que, sous l'influence du vent agissant sur la couronne, le travail à la flexion atteindra sa valeur maximum ; c'est au-dessous de la couronne, à 21 mètres sur sol par contre, que la résistance à la flexion sera la plus forte, ce qu'indique l'écart positif de + 1,20 calculé pour cette portion du fût.

C'est d'ailleurs exactement le résultat auquel on arrive par le calcul direct des efforts de flexion, au moyen de la détermination du moment de flexion et du moment de résistance correspondant aux divers niveaux du tronc.

DIAMÈTRE MINIMUM RELATIF. — La valeur des écarts entre d^3 et D^3 chez l'épicéa nº 2 nous montre que *par rapport à la droite D^3, le diamètre du tronc croît à partir de 7 mètres au-dessus du sol dans deux directions opposées, à la fois vers le sommet et vers la base du fût.*

Nous désignons sous le nom de *diamètre minimum relatif le diamètre du tronc dont le cube (d^3) présente avec la ligne D^3 l'écart négatif le plus considérable* (1).

L'existence d'un minimum relatif du diamètre du tronc provient de ce qu'à partir d'un certain niveau, ses couches d'accroissement vont en s'élargissant à la fois vers le haut et vers le bas du fût, comme si les portions supérieures et inférieures du tronc étaient soumises, l'une à l'influence élargissante de la couronne, l'autre à celle du système radiculaire. En réalité, le fût dénudé d'un épicéa ou d'un sapin, enregistre par son accroissement en épaisseur les variations d'activité de ses deux organes nutritifs : aérien et souterrain. Ceci nous amène à envisager le rôle que l'action corrélative des deux pôles physiologiques de l'arbre exerce sur la forme du fût.

---

(1) C'est vraisemblablement à ce même niveau que les dernières couches d'accroissement réalisent leur surface annulaire minimum. Ne disposant pas du tronc de l'épicéa en question, il ne m'a pas été possible de vérifier cette supposition.

(A suivre.)

RECHERCHES
SUR LE CHONDRIOME
CHEZ LES CHAMPIGNONS ET LES ALGUES

Troisième contribution à l'étude des Mitochondries.

par M. A. GUILLIERMOND.

(suite)

c) Autres moisissures. — Nous avons observé un chondriome analogue dans le mycélium de plusieurs Champignons filamenteux *(Botrytis cinerea, Endomyces Magnusii, Endomyces fibuliger, Exoascus deformans, Endophyllum simpervivi)*. Dans le *B. cinerea*, (Pl. 18 et 19, fig. 14 à 17) le chondriome se présente à peu près avec les mêmes caractères que dans le *P. glaucum*. Au début, ce sont de longs chondriocontes orientés parallèlement dans le sens de la longueur de la cellule. Mais dans les filaments plus âgés, les chondriocontes tendent à se raccourcir, puis à passer à l'état de mitochondries granuleuses.

Dans l'*Endomyces Magnusii*, c'est encore sous l'aspect de longs chondriocontes que se présente le chondriome dans les articles du mycélium. Il en est de même dans les oïdies et les kystes, mais dans ces cellules, il est fréquent de rencontrer des vésicules de sécrétion formées aux extrémités ou au milieu du trajet des chondriocontes (Pl. 18 et 19, fig. 18 à 25).

L'*Endomyces fibuliger* présente aussi un chondriome analogue dans les articles du mycélium (Pl. 18 et 19, fig. 28 à 29). On constate souvent ici la production sur le trajet des chondriocontes de petits renflements qui finissent par s'isoler en grains sphériques qui grossissent peu à peu et semblent représenter des corpuscules métachromatiques. Les conidies du même Champignon renferment aussi des chondriocontes (Pl. 18 et 19, fig. 30).

d) ENDOMYCES ALBICANS ET LEVURES. — Dans les Champignons où le mycélium est très réduit et où les formes levures dominent, comme l'*Endomyces albicans,* de même que dans les véritables levures, le chondriome est beaucoup plus difficile à différencier parce qu'il est plus malaisé d'obtenir des coupes de ces Champignons. Cependant, il nous a toujours été possible d'observer un chondriome dans l'*End. albicans* et dans toutes les levures que nous avons examinées.

Dans les formes mycéliennes de l'*End. albicans,* le chondriome se présente sous forme de chondriocontes allongés tout à fait comme dans les Champignons précédents (Pl. 18 et 19, fig. 68 et 69). Dans les formes levures, il est formé au contraire par des bâtonnets plus courts et surtout par des mitochondries granuleuses (Pl. 18 et 19, fig. 65 à 71).

La présence de ce chondriome et le rôle qu'il doit jouer dans l'élaboration des corpuscules métachromatiques nous paraît expliquer la structure qui a été décrite récemment dans ce Champignon par Pénau. Cet auteur décrit dans l'*End. albicans,* en dehors du noyau, deux catégories de granulations : 1° des corpuscules métachromatiques, toujours localisés dans la vacuole et qui naissent dans celle-ci ; 2° des grains très nombreux qui se colorent surtout par l'hématoxyline ferrique et qui sont disséminés dans tout le cytoplasme. Ces grains qui correspondent aux corps que nous avons désignés dans les Levures sous le nom de *grains basophiles* semblent réunis les uns aux autres par de minces filaments moins chromophiles et former dans le cytoplasme une sorte de réseau. L'auteur donne à l'ensemble de ce réseau le nom de *formation basophile.* Ces grains se colorent généralement en bleu par le bleu Unna, mais après fixation à l'alcool, ils prennent avec ce colorant une teinte rouge violacée analogue à celle des corpuscules métachromatiques dont il devient alors impossible de les distinguer. Pénau a constaté qu'ils se différencient bien surtout après fixation par le liquide de Perenyi qui renferme de l'acide chromique et il pense qu'ils représentent probablement des formations mitochondriales ou chromidiales, ce qui manque de précision, puisqu'actuellement les mitochondries sont des formations bien caractérisées qu'il est facile de reconnaître par leurs formes et leurs caractères histo-chimiques et que d'autre part les formations chromidiales ne correspondent à rien de précis et se rapportent probablement à des grains de sécrétions divers. L'auteur a omis d'ailleurs d'essayer les méthodes mitochondriales qui auraient pu le renseigner sur ce point.

Nous avons profité de nos recherches pour essayer de préciser cette question et de voir si la formation basophile de Pénau correspond au chondriome que nous venons de décrire. L'examen de préparations fixées aux liquides de Ladowsky, de Lenhossèk ou à l'alcool (fixations très favorables à la différenciation des corpuscules métachromatiques) et colorées par le bleu de Unna nous a permis de mettre en évidence de très nombreux corpuscules métachromatiques aussi bien dans les formes levures que dans les formes mycéliennes de l'*Endomyces albicans*. Contrairement à l'opinion de Pénau, ces corps, localisés surtout dans les vacuoles, se rencontrent aussi dans le cytoplasme tout autour des vacuoles. En outre, les corpuscules métachromatiques étaient en aussi grand nombre et occupaient les mêmes positions dans toutes les préparations que nous avons examinées, quel que soit le procédé de fixation employé (alcool, Ladowsky ou Lenhossèk). Il n'existe donc pas de formation basophile colorable métachromatiquement par le bleu Unna après fixation à l'alcool, contrairement à ce qu'a avancé Pénau, qui a certainement commis à ce sujet une erreur d'interprétation. Quant à la formation basophile décrite par Pénau, elle se réduit à l'existence, dans le cytoplasme, de petites granulations généralement peu distinctes, colorées en bleu un peu plus accentué que le reste du cytoplasme. Seulement ces granulations à peine visibles après fixation à l'alcool apparaissent plus nettement après fixation au Ladowsky ou au Lenhossèk.

D'autre part, l'examen de préparations fixées par les liquides de Bouin ou de Perenyi et colorées par l'hématoxyline ferrique nous a permis de mettre en évidence, d'une manière plus précise, ces granulations. Les cellules fixées et colorées par ces méthodes montrent dans le cytoplasme, lorsque la régression n'a pas été poussée trop loin, de nombreux grains assez bien colorés par l'hématoxyline et correspondant aux formations basophiles décrites par Pénau. A la vérité, ces granulations sont des formations mal caractérisées et présentant des aspects très variables. Ce sont de petits grains arrondis ou parfois de petits filaments dont l'ensemble donne au cytoplasme un aspect confusément granuleux. Jamais, il ne nous a été possible d'observer de travées réunissant ces grains les uns aux autres et constituant un réseau tel que l'a figuré Pénau, et ce prétendu réseau nous paraît correspondre simplement à la trame d'un cytoplasme vacuolaire renfermant les grains basophiles dans ses nœuds. A côté de ces grains, qu'il n'est pas possible de confondre avec les corpuscules métachromatiques, il n'est pas rare de rencontrer au voisinage des vacuoles ou dans l'intérieur de celles-ci des grains un peu plus gros, de formes mieux caractérisées et qui représentent de jeunes corpuscules métachromatiques, colorés par l'hématoxyline ferrique. Ces corpuscules métachromatiques sont rarement différenciés dans les préparations fixées par la méthode de Bouin. C'est surtout après fixation au liquide de Perenyi qu'ils apparaissent nettement et parfois on observe, avec cette fixation, des cellules où tous les corpuscules métachromatiques sont colorés d'une manière très distincte. Ainsi que nous l'avions montré dans nos recherches antérieures, les corpuscules métachromatiques se colorent par l'hématoxyline ferrique, surtout après fixation par le liquide de Perenyi, mais leur coloration est extrêmement irrégulière, inconstante et n'est presque toujours que partielle. Tantôt ces corps restent tous incolores, tantôt ils se colorent, mais en ce dernier cas, il n'y en a presque jamais qu'un petit nombre de colorés dans la cellule. En outre, ce sont en général les corpuscules les plus petits, c'est-à-dire les plus jeunes qui colorent le plus facilement.

De ces observations, nous croyons donc pouvoir conclure que les formations basophiles décrites par Pénau ne représentent pas une catégorie déterminée de corps. En dernière analyse, ces formations semblent correspondre : 1° à une coloration partielle des corpuscules métachromatiques les plus jeunes qui se trouvent encore situés dans le cytoplasme, surtout évidente après fixation au liquide de Perenyi ; 2° à un état confusément granuleux du cytoplasme. Cet état granuleux, qui rappelle les mitochondries obtenues par la méthode de Regaud, nous paraît représenter les restes d'un chondriome partiellement dissous et fortement altéré par les fixateurs.

Bien qu'il nous ait été impossible de le constater dans nos préparations fixées par les méthodes mitochondriales, en raison de la petitesse des cellules, on doit admettre, d'après ce qu'on a vu précédemment, que les corpuscules métachromatiques se forment ici comme ailleurs au sein d'éléments mitochondriaux et on peut attribuer la coloration qu'ils prennent dans certaines conditions par l'hématoxyline après fixation aux liquides de Bouin et surtout de Perenyi à leur écorce mitochondriale. Dès lors, il est permis de penser que les corpuscules les plus jeunes entourés d'une écorce mitochondriale apparaissent colorés même après fixation par ces liquides parce que leur écorce mitochondriale persiste partiellement malgré l'altération que leur font subir ces liquides, tandis que ceux qui ont les formes les mieux caractérisées et qui sont parvenus à l'état de maturité ne se teignent généralement plus parce qu'ils sont dépourvus de toute écorce mitochondriale, ce qui expliquerait l'irrégularité de leur coloration. En résumé, les formations basophiles de Pénau paraissent donc correspondre à des figures altérées du chondriome en voie d'élaborer les corpuscules métachromatiques.

Parmi les levures véritables, nous avons observé trois espèces : *S. cerevisiæ, S. Ludwigii* et *S. Chevalieri*. Ces trois espèces nous ont montré un chondriome analogue à celui des levures d'*Endomyces albicans,* mais un peu plus facile à mettre en évidence par suite de la dimension plus élevée des cellules. Ce chondriome est constitué en partie par des chondriocontes assez allongés, en partie par des mitochondries granuleuses (Pl. 18 et 19, fig. 52 à 64 et 43 à 51). Ces éléments sont souvent agglomérés de préférence autour du noyau et aussi au contact de la vacuole. Pendant le bourgeonnement, il est facile de constater qu'une partie du chondriome de la cellule mère émigre dans le jeune bourgeon.

On observe souvent, en outre, dans le cytoplasme, surtout au bord des vacuoles, des grains un peu plus gros que les mitochondries ordinaires, qui semblent naître d'abord sur le trajet des chondriocontes, puis s'en séparer ensuite par résorption des parties effilées des chondriocontes qui leur ont donné naissance. Il est très probable que ces grains correspondent à des corpuscules métachromatiques élaborés selon le processus ordinaire, sur le trajet des chondriocontes.

Dans les cellules qui renferment beaucoup de glycogène, le chondriome se trouve refoulé avec le cytoplasme et le noyau sur le bord de la cellule, tandis que tout le reste de la cellule est occupé par une vacuole remplie de glycogène. On constate dans cette vacuole de nombreux grains colorables comme les mitochondries, et qu'il ne faut pas confondre avec celles-ci, relativement gros, à l'aspect anguleux, qui diminuent ensuite de volume. Ce sont des corps que nous avons signalés dès nos premières recherches sur les levures et dont il ne nous a pas été possible de préciser la signification.

Nous n'insisterons pas aujourd'hui sur l'évolution du chondriome dans les Levures, nous proposant de revenir dans la suite sur cette question délicate. Cependant, nous voudrions avant de terminer cette question, essayer de préciser les relations qui existent entre le chondriome et les diverses granulations décrites dans les levures.

On sait que, d'après nos premières recherches (**1**), les levures offrent un noyau à structure bien déterminée, unique par cellule, et une vacuole renfermant des corpuscules métachromatiques qui naissent dans le cytoplasme périvacuolaire, puis émigrent dans la vacuole où ils achèvent leur croissance. Enfin dans les cellules qui renferment beaucoup de glycogène, ce glycogène s'accumule dans une grosse vacuole qui présente en outre de nombreux grains colorables par l'hématoxyline, que nous venons de décrire.

Kohl, puis Wager et Peniston ont ensuite repris l'étude cytologique des levures. Kohl confirme nos résultats, mais décrit en outre dans le cytoplasme des grains colorables par l'hématoxyline qui nous étaient passés inaperçus et qu'il considère comme des cristalloïdes de protéine.

Quant à Wager et Peniston, ils arrivent à des résultats absolument différents des nôtres. Ils admettent que les levures ont une structure très primitive avec un noyau diffus. Le noyau que nous avons décrit correspond pour eux à un nucléole. Selon ces auteurs, le noyau est constitué, en outre de ce nucléole, par une vacuole renfermant des grains de chromatine et par des grains de chromatine disséminés dans le cytoplasme, surtout au voisinage du noyau. Quant aux corpuscules métachromatiques, ils sont toujours localisés dans le cytoplasme périvacuolaire et ce n'est qu'exceptionnellement qu'on en observe dans la vacuole.

En raison de cette divergence de vue, nous avons repris en 1910 nos recherches cytologiques sur les levures (**6** et **7**) et nous avons démontré l'inexactitude de l'interprétation de Wager et Peniston. Nous avons montré que le noyau présente la structure d'un véritable noyau et qu'il est impossible de le considérer comme un nucléole.

Quant aux corpuscules métachromatiques, ils sont presque toujours localisés dans la vacuole, mais on en trouve aussi quelques-uns dans le cytoplasme périvacuolaire et c'est là qu'ils prennent naissance pour se déverser ensuite dans les vacuoles. Les colorations vitales par le rouge neutre démontrent en effet que ces corpuscules qui fixent le rouge neutre se trouvent presqu'exclusivement dans les vacuoles. Mais nos observations nous ont permis de mettre en évidence des granulations colorables par l'hématoxyline et réparties dans le cytoplasme qui correspondent aux cristalloïdes de protéine décrits par Kohl ainsi qu'aux grains de chromatine cytoplasmiques observés par Wager et Peniston et que nous avons désignées sous le nom de *grains basophiles*. Ces grains sont mal caractérisés, de forme variable, parfois filamenteux et donnent au cytoplasme un aspect confusément granuleux. Ce sont ces mêmes granulations que, quelques mois après, Pénau décrivait dans l'*Endomyces albicans* sous le nom de formation basophile.

Nos recherches nous amènent aujourd'hui à admettre, comme pour l'*Endomyces albicans*, que ces grains basophiles correspondent à des figures du chondriome altérées par les fixateurs et à une coloration partielle des corpuscules métachromatiques.

La cellule de levure est donc constituée par un noyau, par un chondriome et des corpuscules métachromatiques. On observe, en outre, dans la vacuole glycogénique des granulations de nature et de signification inconnues. Le chondriome est réparti dans tout le cytoplasme et semble prendre part à l'élaboration des corpuscules métachromatiques. Ceux-ci naissent dans le cytoplasme, autour des vacuoles, puis s'introduisent dans les vacuoles où ils s'accroissent.

D. Chondriome des Algues.

L'étude du chondriome des Algues offre un intérêt spécial. En effet il est actuellement démontré que les plastes de W. Schimper résultent d'une différenciation des mitochondries et peuvent être considérés comme des mitochondries plus évoluées et différenciées en vue d'une fonction spéciale (**17**). Ces résultats nettement établis se concilient difficilement avec ce que l'on observe chez certaines Algues, qui le plus souvent ne renferment qu'un très petit nombre ou qu'un seul chloroplaste ou chromatophore. Cet organe volumineux se présente suivant les espèces avec des formes très variées : lame aplatie ou étoilée, ruban spiralé ou réticuleux et occupe à lui seul la majeure partie du contenu de la cellule. Ce chloroplaste, auquel nous réservons exclusivement ici le nom de chromatophore (1) pour le distinguer des chloroplastes ordinaires des autres végétaux, est un organe permanent de la cellule, au même titre que le noyau : il se divise pendant le partage cellulaire et se perpétue par l'œuf.

Quelle relation existe-t-il entre le chromatophore des Algues et les chloroplastes des végétaux supérieurs, que représente le chromatophore vis-à-vis des mitochondries? C'est là une question que nous nous sommes posé et que nous nous sommes efforcé de résoudre.

Pour essayer de la résoudre, nous nous sommes adressé à plusieurs Algues du groupe des Conjuguées où le chromatophore présente son plus haut degré de différenciation : *Spirogyres, Cosmarium, etc*. et à un *Œdogonium*.

a) Spirogyres. — Prenons d'abord comme exemple, parmi ces Algues, celles qui par leurs dimensions élevées offrent le plus de facilité pour cette étude, les Spirogyres. On sait que dans les Spirogyres le chromatophore est un ruban enroulé en spirale dans le sens de la longueur de la cellule et occupant la plus grande partie de la cellule. Dans l'intérieur de ce ruban uniformément imprégné de chlorophylle se trouvent alignés à intervalles réguliers des corpuscules incolores nommés pyrénoïdes et dont la signification est encore obscure : c'est autour de ces corpuscules que naissent les grains d'amidon.

Nous avons observé deux espèces du genre *Spirogyra : Spirogyra maxima* (Hassall) Vittroch et une espèce non déterminée. Il est facile de constater dans ces deux Algues que le chromatophore présente exactement les mêmes caractères histo-chimiques que les chloroplastes des végétaux supérieurs : comme eux, il se colore électivement et de la même manière que les mitochondries par les méthodes de Regaud, Benda, Altmann et Sjöwal. Ces méthodes font apparaître dans le chromatophore une structure spéciale fibrillaire et assez analogue à celle qu'a décrite Schwartz (Pl. 20, fig, 9 à 11 et pl. 21 et 22, fig. 1 à 3). Cette structure apparaît comme constituée par une

(1) Les deux termes chloroplaste et chromatophore sont synonymes. Mais ici nous donnons le nom de chloroplaste aux grains de chlorophylle ordinaires, tels que ceux des Phanérogames, pour réserver exclusivement le terme de chromatophore au chloroplaste très spécial et très complexe de certaines Algues.

substance fondamentale peu chromophile et une substance très chromophile distribuée sous forme de filaments très minces allongés parallèlement dans le sens de la longueur du chromatophore, sinueux, parfois entrelacés ce qui donne souvent au chromatophore l'aspect réticulé. Cette substance se colore comme la substance mitochondriale et limite de petits espaces peu colorés qu'on peut supposer être occupés par la chlorophylle. Les pyrénoïdes eux aussi se colorent à peu près comme les mitochondries : ils prennent avec la méthode de Regaud une coloration noire foncé, avec la méthode de Altmann ils se teignent en rouge intense. Enfin avec la méthode de Benda, ils prennent tantôt une coloration violet foncé analogue à celle du chromatophore, tantôt une coloration rose. Leur forme est souvent cristalline. Nous avons eu l'occasion de constater plusieurs fois leurs divisions ce qui confirme les faits observés par Zimmermann, Chatton, Dangeard, (**3**), Macllister, etc.

Nos observations nous ont permis de constater en outre dans le chromatophore la présence presque constante de globules de graisse colorables en brun foncé par l'acide osmique et de corpuscules métachromatiques.

Les globules de graisse sont faciles à mettre en évidence par les méthodes de Benda, de Meves et d'Altmann (après fixation au Flemming) (Pl. 23, fig. 10 à 15). Leur nombre et leur dimension sont très variables selon les circonstances. Dans certains cas, ils sont peu nombreux et sous forme de petites granulations, dans d'autres ils s'accumulent en grand nombre et peuvent acquérir des dimensions relativement considérables Ils sont toujours situés sur la phériphérie du ruban, sur toute sa surface et plus particulièrement au niveau des pyrénoïdes.

Les corpuscules métachromatiques sont au contraire nettement localisés dans la partie interne du chromatophore (Pl. 23, fig. 11). Ils sont presque toujours inclus tout autour des grains d'amidon qui environnent le pyrénoïde ; on n'en trouve pas sur les autres parties du chromatophore. Ils se présentent ordinairement sous forme de petits corpuscules. Ils apparaissent avec les méthodes mitochondriales comme de petits corpuscules sphériques, incolores, caractérisés par leur refringence spéciale. Ils sont entourés d'une écorce de substance mitochondriale et paraissent s'insérer par conséquent sur l'un des filaments chromophiles qui constituent la structure du chromatophore. On peut colorer ces corpuscules dans l'intérieur de leur écorce mitochondriale en traitant par le bleu de Crésyl une préparation colorée par la méthode de Regaud. Il est facile d'obtenir la différenciation des corpuscules métachromatiques dans le chromatophore par une simple coloration au bleu de Crésyl. Déjà A. Meyer avait cru remarquer dans diverses Algues une relation entre les corpuscules métachromatiques et le chromatophore. Cette notion a été précisée tout dernièrement par Mme Fernand Moreau (**1**) qui a montré par l'étude d'un certain nombre d'espèces que les corpuscules métachromatiques sont en général dans les Algues le produit de l'activité du chromatophore. Nos recherches confirment donc absolument les résultats de Mme Moreau et démontrent en outre que ces corpuscules sont entourés dans le chromatophore d'une écorce de substance mitochondriale.

Quant aux grains d'amidon, ils apparaissent toujours englobés dans de la substance mitochondriale; aussi admettons-nous, avec Schmidt et contrairement à l'opinion récemment admise par certains auteurs notamment par Mcallister, qu'ils sont élaborés au sein de la substance du chromatophore lui-même et non dans le pyrénoïde.

Quant à la signification physiologique du pyrénoïde, il nous est impossible pour le moment de nous prononcer sur cette question délicate. L'hypothèse qui consiste à en faire une substance de réserve servant à l'entretien du chromatophore nous paraît avoir une certaine vraisemblance. La présence de pyrénoïdes très petits à certains endroits du chromatophore nous fait penser que les pyrénoïdes peuvent se différencier au sein du chromatophore par condensation et que la division de ces corps que nous avons observé dans certains cas ne serait qu'une simple fragmentation qui se produirait lorsque le pyrénoïde serait devenu trop gros.

Ainsi le chromatophore des Spirogyres par ses caractères histochimiques ne diffère en aucune manière des chloroplastes des Phanérogames, qui, on le sait (**17**), ne sont que des mitochondries très différenciées : il se montre constitué par une substance incontestablement très voisine de la substance mitochondriale. Cependant cette substance comme celle des chloroplastes des végétaux supérieurs s'écarte de la substance mitochondriale par sa beaucoup plus grande résistance vis-à-vis des agents de fixation ordinaires renfermant de l'alcool et de l'acide acétique qui altèrent les mitochondries ordinaires. Comme peut être très bien différencié après fixation aux liquides de Lenhossèk ou de Bouin. Cependant ce sont les méthodes mitochondriales que donnent les meilleurs résultats pour sa fixation. On peut à la rigueur admettre que cette différence chimique entre la substance mitochondriale ordinaire et la substance qui constitue les chloroplastes des Phanérogames et le chromatophore des Algues est en relation avec l'élaboration de la chlorophylle. On sait d'ailleurs par les travaux de Regaud confirmés par d'autres auteurs que les caractères histochimiques des mitochondries sont susceptibles de varier dans une certaine mesure selon les cas, en un mot qu'il y a des variétés de mitochondries.

Uue autre particularité qui se dégage de nos recherches est le fait que la cellule des Spirogyres ne paraît pas renfermer de chondriome, en dehors de son chromatophore. Elle offre un cytoplasme peu abondant surtout localisé autour du noyau, dans lequel il ne nous a pas été possible de mettre en évidence la présence de mitochondries, par toutes les méthodes que nous avons essayées (méthodes de Regaud, Altmann, Benda, Sjöwal). Dans les vacuoles on observe dans certaines conditions, surtout dans les périodes de forte assimilation chlorophyllienne, en été par exemple, une grande quantité de granulations qui apparaissent colorées en jaune grisâtre par la méthode de Regaud (Pl. 21 et 22, fig. 3). Cette coloration est due à l'action du bichromate, car elle existe avant la coloration par l'hématoxyline ferrique. Ces granulations peuvent aussi être colorées par l'hématoxyline lorsque la différenciation par l'alun a été insuffisante. Ces granulations sont de taille variable et apparaissent disposées sans ordre dans le liquide vacuolaire ou parfois assemblées en chaînettes. Elles sont visibles sur le vivant sous forme d'une infinité de petits grains animés de mouvements browniens et situés au voisinage de la surface externe du chromatophore. Il est possible de les colorer vitalement par le bleu de méthylène. Lorsqu'on observe un filament de Spirogyre dans une solution d'acide osmique à 1 °/₀, on constate que le chromatophore brunit fortement. Un examen attentif montre que ce brunissement n'est pas dû à la substance du chromatophore lui-même qui prend cependant une teinte gris-jaunâtre, mais à la présence de ces nombreuses granulations qui tapissent la surface externe du chromatophore. Ces granulations noircissent en présence de sels ferriques. Toutes ces propriétés montrent donc qu'il s'agit de composés phénoliques, probablement de tannins. On sait que l'existence de tannins a été signalée dans les Spirogyres par Pfeffer. Peut-être ces granulations de tannin qui sont presque toujours disposées au voisinage immédiat du chromatophore sont-elles aussi le produit de l'activité de cet organe.

b) Autres espèces : **COSMARIUM PARVULUM, ŒDOGONIUM** etc. — Nous avons obtenu des résultats analogues dans d'autres Algues du même groupe ou de groupes voisins, notamment dans une Zygnémée non déterminée, probablement *Mougeotia*, dans *Cosmarium parvulum* (Brébisson) et dans une espèce qui paraît se rapporter au genre *Œdogonium*.

La Zygnémée que nous avons observée présente un chromatophore en forme de lame pourvu de plusieurs pyrénoïdes entourés de grains d'amidon. Examinés sur le frais, ce chromatophore montre une structure nettement fibrillaire, surtout lorsqu'il est vu de profil. En colorant l'Algue vitalement par le rouge neutre, on observe sur toute la région périphérique du chromatophore une grande quantité de boules de dimensions variables qui fixent énergiquement le rouge neutre et qui semblent être le produit de l'activité du chromatophore. Ces boules ne se retrouvent plus après fixation par les méthodes mitochondriales.

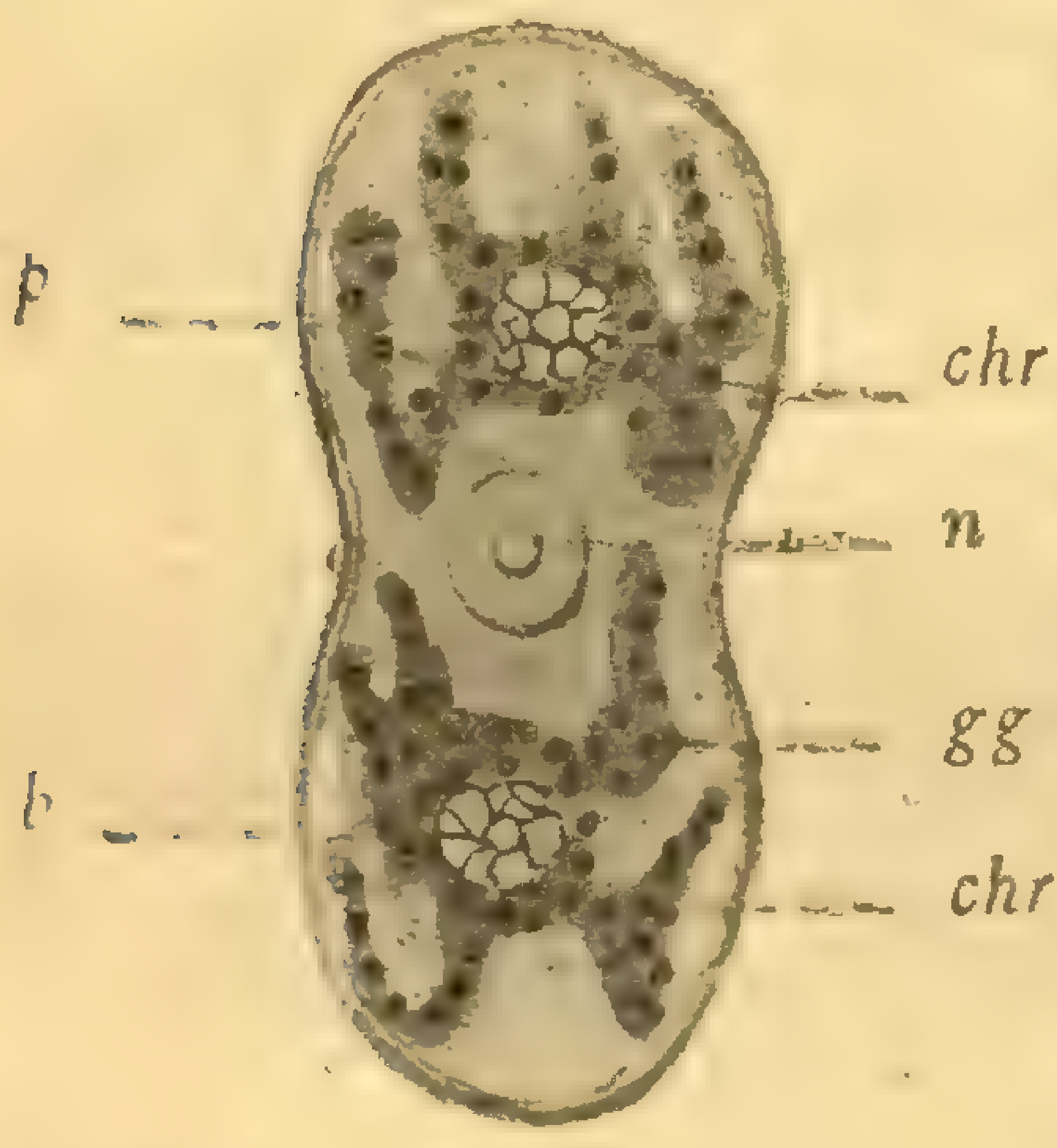


Fig. 2. — Cellule de *Cosmarium parvulum* à l'état vivant : *ch*. chromatophores remplis de globules graisseux (*gg*) ; *p*, *b*. pyrénoïdes entourés de grains d'amidon, *n*. noyau. (Grossissement : environ 1500).

Les méthodes mitochondriales montrent dans le chromatophore une structure analogue à celle que nous avons constatée dans les Spirogyres (Pl. 21 et 22, fig. 9 à 15). On observe, comme dans les Spirogyres, des corpuscules métachromatiques situés dans le chromatophore, surtout au voisinage des pyrénoïdes. Jamais il ne nous a été possible de différencier des mitochondries dans le cytoplasme.

Le *Cosmarium parvulum* se présente sur le frais sous forme de cellules assez allongées formées de deux renflements séparés au milieu par un isthme (Fig. 2). Les chromatophores, au nombre de deux, occupent les deux renflements de la cellule et apparaissent chacun sous forme d'une masse centrale renfermant un pyrénoïde entouré de gros grains d'amidon, et de quatre prolongements digiformes. Exceptionnellement, la masse centrale peut renfermer deux pyrénoïdes. Une coupe fixée et colorée par la méthode de Regaud montre avec une très grande netteté la structure des chromatophores (Pl. 20, fig. 1 à 8). Ceux-ci apparaissent constitués par de longs filaments d'une substance très chromophile avec parfois des anastomoses transversales, séparant des parties moins colorées. Ces filaments ont absolument la dimension et l'aspect de longs chondriocontes et se colorent d'ailleurs comme la substance mitochondriale. La méthode de Benda et celle d'Altmann, après fixation au Flemming, montrent l'existence dans la cellule d'un nombre conidérable de globules de graisses pouvant parfois acquérir des dimensions très élevées (Pl. 20, fig. 6 à 8 et pl. 23, fig. 13 à 20). Les globules sont disposés sur le trajet des filaments chromophiles et semblent insérés sur eux, ce qui paraît indiquer qu'ici aussi ils sont le produit de l'activité du chromatophore. Il est impossible d'observer un chondriome en dehors du chromatophore.

L'*Œdogonium* que nous avons examinée offre un chromatophore sous forme d'un fin réticulum occupant toute la cellule. Ce réticulum est constitué par de nombreux renflements, les uns, relativement gros, sont formés par un pyrénoïde entouré de gros grains d'amidon, les autres, plus petits, renferment simplement un ou deux petits grains d'amidon et sont dépourvus de pyrénoïdes. Ces renflements sont unis les uns aux autres par de fines brides d'une substance incolore, la chlorophylle n'est localisée que dans les renflements. Les méthodes mitochondriales montrent que ce chromatophore présente une structure absolument analogue à celle que nous avons décrite précédemment et que les cellules sont dépourvues de mitochondries (Pl. 21 et 22, fig. 5 à 8). On constate, autour du pyrénoïde, un certain nombre de petits corpuscules métachromatiques et, sur tout le trajet du réticulum, de nombreux globules de graisses de dimension variable.

Nous avons obtenu des résultats analogues sur d'autres Algues, notamment dans certaines Diatomées.

Tels sont les faits que nous avons observés. Comment maintenant peut-on les interpréter ? Il semble d'abord que les cellules des

Algues que nous avons observées sont dépourvues de mitochondries et en cela ont une organisation différente de celle des autres cellules. D'autre part, le chromatophore est un organe spécial aux Algues, permanent et présentant un développement considérable et une structure très complexe qui le distingue des chloroplastes des végétaux supérieurs. Il offre, cependant, les mêmes caractères histochimiques que ceux-ci et semble renfermer comme eux de la substance mitochondriale. En dehors de cette analogie chimique, le chromatophore des Algues possède, en commun avec les mitochondries, à la fois des caractères morphologiques et physiologiques.

Morphologiquement, bien que totalement différent de toutes les formations mitochondriales connues jusqu'ici, il offre en commun avec les mitochondries le caractère d'être un organe permanent de la cellule, se divisant lors du partage cellulaire et se transmettant de cellules en cellules.

Physiologiquement enfin, il joue le même rôle que les mitochondries, puisqu'il élabore les produits de sécrétion de la cellule (chlorophylle, amidon, graisses, corpuscules métachromatiques), qui sont ordinairement le produit de l'activité des mitochondries.

Dès lors et en s'appuyant surtout sur la fonction physiologique de cet organe, il semble permis de penser que le chromatophore des Algues serait homologable au chondriome des cellules ordinaires. Tandis que dans la grande majorité des cellules, le chondriome serait représenté par un très grand nombre d'éléments mitochondriaux disséminés dans le cytoplasme et pouvant être pourvus chacun d'une fonction spéciale, dans la cellule des Algues, il serait au contraire condensé en un organe particulier, réunissant à lui seul toutes les fonctions physiologiques réparties entre les différents éléments du chondriome ordinaire (1). Remarquons d'ailleurs que déjà on a observé dans certaines cellules animales un chondriome revêtant l'aspect de réseau (Pensa) (voir aussi le mémoire de Duesberg) qui rappelle un peu le chromatophore des Algues.

---

(1) Dans un mémoire récent, Scherrer a montré comme l'avait fait peu de temps avant lui Sapehin, que, dans les Muscinées, les chloroplastes sont des organites permanents qui se perpétuent par l'œuf et ne se forment que par division et qu'elles sont par conséquent indépendantes du chondriome qui existe aussi chez ces Plantes. Nous avons dit, dans un article précédent (17 et 19) que ce résultat n'est pas en contradiction avec l'origine mitochondriale des plastes des Phanérogames qui est un fait acquis, et que l'on peut concevoir que chez les Muscinées il y ait un chondriome représenté à la fois par des mitochondries et par des chloroplastes évoluant séparément, ces derniers pouvant être considérés comme des mitochondries adaptées à une fonction spéciale. Nous n'insisterons donc pas sur cette question.

Cette interprétation paraît exacte, car elle est appuyée sur les faits observés chez les autres Algues. On sait que dans les Algues les plus évoluées, Floridées et Phéophycées, et aussi chez quelques Chlorophycées (*Vaucheria*), les chloroplastes apparaissent comme de petits corpuscules tout à fait semblables aux chloroplastes des végétaux supérieurs. Or il résulte des recherches anciennes de Schmith et de W. Schimper que ces corps proviennent de petits corps incolores semblables aux leucoplastes des végétaux supérieurs. Ces corps qui se transmettent par l'œuf se différencieraient dans les cellules adultes en chloroplastes. Les recherches récentes de Le Touzé, puis de Nicolosi-Roncati ont montré que dans les Floridées et les Phéophycées les chloroplastes résultent d'une différenciation des mitochondries comme chez les Phanérogames. Dans les *Vaucheria*, l'origine des chloroplastes est encore inconnue, mais le fait que des mitochondries ont été signalées par Rudolph et Moreau **(2)** autorise à penser que les chloroplastes dérivent également de mitochondries.

Ainsi dans les Algues inférieures, le chondriome apparaîtrait donc condensé sous forme d'un organe spécial, tandis que chez les Algues plus évoluées cet organe est morcellé sous forme d'éléments mitochondriaux disséminés dans tout le cytoplasme comme dans les cellules animales ou végétales ordinaires.

d) CYANOPHYCÉES. — L'étude des Cyanophycées ne nous a pas permis de mettre en évidence un chondriome. Nous avons surtout choisi comme objet d'étude *Phormidium favosum* que nous avions étudié autrefois. On sait qu'il résulte de nos recherches antérieures (**5**) que les Cyanophycées présentent une structure spéciale, différente de celle de toutes les autres cellules ordinaires. Elles renferment un cytoplasme réduit à une mince couche pariétale et un noyau énorme qui occupe tout le reste de la cellule, c'est-à-dire sa majeure partie, et qui est constitué par un nucléoplasme incolore et un réticulum

Remarquons à ce propos que si l'on parvenait dans l'avenir (ce qui est peu probable) à mettre en évidence dans les Conjuguées un chondriome que nos observations ne nous ont pas permis de constater, l'interprétation que nous donnons ici de la signification du chromatophore conserverait toute sa valeur, car alors on aurait un cas analogue à celui des Muscinées et le chromatophore des Conjuguées condensé en un seul organe représenterait la majeure partie du chondriome.

chromatique (1). Ce noyau n'offre pas de membrane limitante, ni de nucléole. Il est donc mal délimité du cytoplasme. C'est un noyau de structure très primitive.

Fixée et colorée par la méthode de Regaud, une coupe très mince de cette Algue se différencie fort difficilement. Le cytoplasme fixe fortement le colorant et ne se décolore que très difficilement. Dans les préparations insuffisamment différenciées, toutes les cellules apparaissent donc comme uniformément colorées en noir foncé et ce n'est qu'après une très longue différenciation que le réticulum apparaît, mais avec beaucoup moins de netteté que par les méthodes ordinaires. Même dans les préparations les mieux différenciées, il est impossible de mettre en évidence dans ce cytoplasme la moindre trace de l'existence d'un chondriome.

La méthode de Meves fournit des résultats analogues; quant aux méthodes de Benda et d'Altmann, elles donnent de meilleures différenciations. Toutes ces méthodes ne permettent en aucun cas de constater des mitochondries.

De nos observations poursuivies pendant trois ans avec des méthodes variées, nous croyons donc pouvoir admettre que le chondriome n'est pas représenté dans les Cyanophycées.

Cette conclusion, si contradictoire soit-elle avec les résultats obtenus partout ailleurs dans les cellules animales ou végétales, ne nous surprend pas cependant outre mesure. Elle s'accorde en effet avec les caractères très primitifs que présentent à tous les autres points de vue ces Algues inférieures. Dans ces Algues, en effet, non seulement le noyau revêt des caractères rudimentaires qui font que pendant une vingtaine d'années on a contesté son existence, mais il offre en outre des particularités physiologiques très intéressantes sur lesquelles nous avons attiré l'attention dans nos recherches antérieures. C'est en effet, dans ces Algues, le noyau et non le cytoplasme qui est en général le centre de l'élaboration des produits de réserve de la cellule. C'est ainsi que nous avons démontré que les corpuscules métachromatiques sont élaborés dans ces Algues dans le noyau lui-même : ils apparaissent insérés sur le réticulum chromatique. Il en est de même de gros corpuscules sphériques qui apparaissent dans certaines cellules dans le noyau lui-même et qui semblent être des matières de réserve de nature protéique. L'examen de diverses Cyanophycées qui se rencontraient dans nos préparations de *Cosmarium* nous ont permis de constater récemment que le noyau de certaines espèces semble élaborer également des globules de graisse. D'autre part l'on sait que contrairement à ce qu'on a observé dans tous les végétaux et notamment chez les Algues, les Cyanophycées sont dépourvus de chloroplastes : chez elles, la chlorophylle apparaît à l'état diffus dans le cytoplasme. Dès lors, il n'y a rien d'absolument étonnant de ne pas rencontrer chez ces Algues de structure si primitive, si différente des cellules ordinaires, le chondriome que l'on observe dans toutes les autres.

---

(1) Nous avions dans nos premières recherches désigné ce noyau rudimentaire sous le nom de *réseau chromidial*, terme créé par R. Hertwig. Nous préférons aujourd'hui ne plus employer ce terme qui a l'inconvénient maintenant de prêter à de graves confusions. La théorie chromidiale de R. Hertwig tend en effet aujourd'hui à être abandonnée et les chromidies de cet auteur sont des formations mal définies, n'ayant pour la plupart aucune relation avec la chromatine nucléaire : elles peuvent être considérées dans certains cas comme des produits de réserve (corpuscules métachromatiques ou autres), dans d'autres comme des mitochondries. C'est au moins ce qui semble résulter des travaux de Swellengrebel, Dangeard, **(4)** Fauré-Frémiet, etc. Le réseau nucléaire des Cyanophycées offre au contraire nettement les caractères d'un réseau nucléaire, c'est un noyau très primitif, qui n'est pas limité du cytoplasme par une membrane.

Les caractères cytologiques de ces Algues nous conduisent à formuler l'hypothèse suivante qui permet d'expliquer en partie cette absence de chondriome. Dans une cellule ordinaire, les produits de sécrétion tels que les corpuscules métachromatiques par exemple sont le produit de l'activité des mitochondries qui les élaborent au moyen d'un mécanisme physico-chimique encore inconnu. Dans cette élaboration, le cytoplasme et le noyau jouent un rôle. Le cytoplasme apporte à la mitochondrie les éléments venus du dehors et nécessaires à la synthèse du produit à élaborer. Enfin le noyau joue certainement un rôle, puisqu'au moment de l'élaboration le chondriome, dans tous les cas que nous avons observé, vient se mettre en contact avec le noyau : il est probable qu'il apporte lui aussi des substances nécessaires à cette élaboration.

Il est donc possible de supposer que dans les cellules très primitives comme celles des Cyanophycées où le noyau est mal délimité du cytoplasme, le rôle élaborateur soit dévolu au noyau lui-même. Ce serait en général le noyau qui aurait pour fonction de condenser les substances venues du cytoplasme et de les élaborer en produits de sécrétion. Le noyau serait donc primitivement l'organe où s'effectueraient les sécrétions ; plus tard, à la suite du perfectionnement des cellules, se serait créé le chondriome qui serait devenu le siège de l'élaboration.

Remarquons que le cytoplasme doit jouer un rôle important lui aussi dans ces phénomènes et peut-être même la coloration intense et durable qu'il prend avec les méthodes mitochondriales peut-elle s'expliquer par la présence dans ce cytoplasme d'une substance lipoprotéique diffuse analogue à celle des mitochondries.

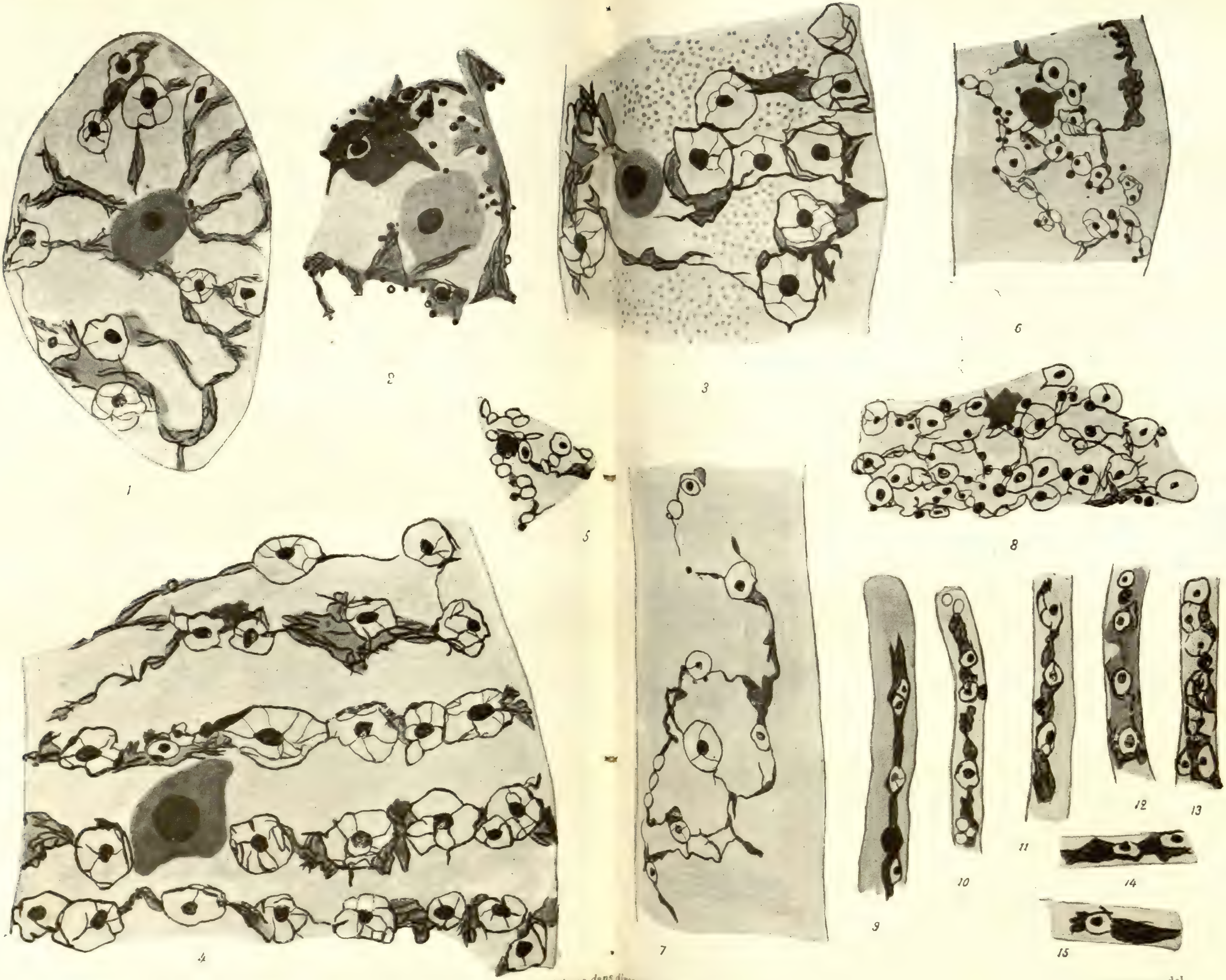
Ce sont là simplement des hypothèses provisoires que l'avenir pourra préciser ou modifier.

(à suivre)

Nemours. — Imp. Henri Bouloy. *Le Gérant :* Henri Bouloy.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11

Chondriome dans diverses Algues GUILLIERMOND, del.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15

Chondriome dans diverses Algues.

GUILLIERMOND, del.

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME VINGT-SEPTIÈME

Livraison du 15 Octobre 1915

N° 322

Entered at the New-York Post Office
as Second Class matter

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
1, RUE DANTE, 1
1915

LIVRAISON DU 15 OCTOBRE 1915

I. — SÉCRÉTION PAR LES RACINES DE SUBSTANCES TOXIQUES POUR LA PLANTE (avec une planche hors texte), par **M. Marin Molliard** 289

II. — RECHERCHES SUR LE CHONDRIOME CHEZ LES CHAMPIGNONS ET CHEZ LES ALGUES, *troisième contribution à l'étude des mitochondries,* (avec planches et figures dans le texte) *(fin)*, par **M. A. Guilliermond** . 297

III. — NOTES BIBLIOGRAPHIQUES 316

IV. — CHRONIQUES ET NOUVELLES. 318

Cette livraison renferme 12 figures dans le texte
et la planche suivante :

Planche 6. — *Excrétions toxiques des racines.*

Pour tout ce qui concerne les Annonces, s'adresser à M. l'Administrateur de la Librairie générale de l'Enseignement, 1, rue Dante, Paris (V^e^).

SÉCRÉTION PAR LES RACINES DE SUBSTANCES TOXIQUES POUR LA PLANTE

par M. Marin MOLLIARD

La notion de fatigue de la terre vis-à-vis d'une espèce végétale donnée est aussi ancienne que l'agriculture elle-même; on l'a d'abord rapportée exclusivement à l'épuisement du sol en substances nutritives ; récemment Whitney (1) et ses élèves ont rajeuni une hypothèse de de Candolle attribuant en partie l'affaiblissement des rendements d'une plante, à la suite de cultures successives dans un même sol, à la formation de substances nuisibles à son développement. Mais, comme le fait remarquer très justement Prianichnikov (2), la question est très complexe et la préoccupation de l'application aux pratiques agricoles en a peut-être empêché une étude rationnelle. En fait on a pu extraire de certains sols des corps qui constituent des poisons pour les plantes supérieures, mais ces substances peuvent avoir pour origine ou bien une excrétion des racines ou bien être le résultat du développement de divers microorganismes dans le sol et, au point de vue de la physiologie végétale proprement dite, il est nécessaire d'établir la part qui peut revenir à ces deux sources.

Dans les recherches dont je vais parler je n'ai en vue que la seule question de savoir si les racines des plantes supérieures sont capables de sécréter des substances toxiques pour elles-mêmes (3) ; à cet effet j'ai effectué des cultures successives de Pois dont les racines se développaient dans de l'eau distillée, de manière à éliminer le facteur de l'appauvrissement de la solution en substances minérales ; l'eau distillée employée était celle du commerce, redistillée dans un appareil en verre, de manière à la débarrasser de toute impureté, et en particulier des traces métalliques qui sont toxiques pour les racines. De plus les cultures étaient rigoureusement aseptiques, de façon à éliminer l'intervention des microorganismes.

---

(1) **Bureau** of Soils *(Bull.* n^{os} 22, 40, 47...).

(2) Sur la question des excrétions nuisibles des racines *(Rev. gén. Bot.,* 1914, **25** *bis*, 563).

(3) J'ai exposé une partie des résultats de cette étude dans une note préliminaire *(Soc. bot. Fr.,* 1913, **60**, 442).

Les expériences étaient conduites de la manière suivante : une première série de dix cultures, que je désignerai par I étaient faites et duraient de 10 à 15 jours à partir du moment où la radicule atteignait 1 cm. de long environ ; au bout de ce temps les plantules étaient enlevées aseptiquement et remplacées par de nouvelles graines commençant à germer, le milieu restant ce que l'avait fait la première culture ; c'est la série II ; parallèlement à cette série on en établissait une autre lui servant de témoin et faite dans les mêmes conditions que I, c'est-à-dire avec de l'eau redistillée qui n'avait encore servi à aucune culture ; nous la désignerons par T_2 ; mon intention était d'effectuer dans les tubes I une série de cultures successives I, II, III..., N, et de comparer les résultats fournis à ceux qui résulteraient de cultures faites en même temps sur de l'eau distillée dans des séries témoins T_2, T_3..., T_n.

Pratiquement les graines étaient stérilisées par un contact de quelques instants avec de l'alcool absolu, puis de deux minutes avec une solution de bichlorure de mercure à 1 °/₀ ; on procédait ensuite à des lavages répétés, d'abord fréquents, puis plus espacés, avec de l'eau distillée stérilisée et les graines étaient, au bout de douze heures de séjour dans les différentes eaux, mises à germer isolément dans des tubes à essais contenant de l'ouate hydrophile imbibée d'eau ; quand la radicule atteignait 1 cm. de long environ la graine était transportée sur le milieu liquide formé par de l'eau redistillée et stérilisée contenue dans des tubes de verre ; afin de maintenir aisément la graine un peu au-dessus du liquide de culture je me servais de tubes assez longs (22 cm.), fortement étranglés dans leur milieu ; on y introduisait une quantité d'eau telle qu'après stérilisation à l'autoclave le niveau arrivât un peu en-dessous de l'étranglement; de la sorte, il ne pouvait se produire d'exosmose de la graine ; la radicule était facilement introduite dans la partie étranglée, la graine se trouvant arrêtée par la partie rétrécie du tube.

Les résultats que j'ai obtenus ont été évidents dès la seconde culture ; il existe en effet entre l'aspect morphologique des racines de

Pois dans les tubes II et T_2 des différences fort appréciables, tous les individus de chaque série étant d'ailleurs très comparables entre eux ; dans les cultures I et T_2 âgées de quinze jours les racines sont longues et pourvues de radicelles également très développées (jusqu'à 6 cm. de long) ; en II au contraire les radicules sont relativement courtes et surtout les radicelles restent atrophiées, atteignant rarement une longueur de 1 cm. ; l'eau dans laquelle s'est développé l'appareil radiculaire d'un premier Pois se montre donc nettement toxique pour un second, et cela en l'absence de tout microorganisme.

Malgré la netteté des résultats obtenus, et peut-être à cause de cette netteté même, je n'ai pas cru devoir poursuivre de suite mes expériences dans cette voie, parce qu'on pourrait attribuer les différences observées à une cause d'erreur résidant dans la stérilisation des graines à l'aide d'un antiseptique (je reviendrai tout à l'heure sur l'action possible d'une aération défectueuse du liquide à la suite d'une première culture); s'il reste dans la graine un peu de la substance employée pour obtenir la stérilisation on peut objecter qu'une petite quantité de cette substance est capable de passer dans le liquide de culture et la dose de l'antiseptique va ainsi augmenter à chacune des cultures successives effectuées dans le même liquide ; ne pourrait-on pas expliquer ainsi, sans faire intervenir les sécrétions des racines, l'allure progressivement maladive que prennent les racines au fur et à mesure que l'on augmente le nombre des cultures sucessives ?

Je n'ai pu lever directement l'objection qui se pose ; tout ce que j'ai pu constater c'est qu'il n'y a pas dans le liquide de culture de trace de bichlorure de mercure décelable par les réactifs. Mais a priori l'intervention de l'antiseptique employé est peu vraisemblable ; les graines ont été tout d'abord très soigneusement et très longuement lavées après leur stérilisation ; elles ont été mises à germer sur un milieu humide avant d'être introduites dans le tube de culture définitif et, dans ce dernier, la radicule seule a été mise en contact avec le liquide ; on conçoit mal que dans ces conditions il puisse pénétrer dans le liquide des traces de l'antiseptique employé. D'autre part, si on admet cette pénétration, il faudrait encore admettre qu'à l'état de concentration où il se trouve dans le liquide initial il n'est pas toxique et qu'il le devient très nettement pour une dose simplement double. Enfin j'ai fait des cultures dans les mêmes conditions que les précédentes, mais en remplaçant le sublimé par de l'eau oxygénée pour la stérilisation des graines : j'ai obtenu les mêmes résultats. Si des traces d'eau oxygénée intervenaient pour modifier les racines il faudrait encore admettre, comme pour le bichlorure de mercure, que les doses de ce produit qui se trouveraient dans les cultures II seraient toxiques alors qu'elles ne le seraient pas pour la quantité moitié moindre correspondant aux tubes I ou T_2 ; cela fait, il faut le reconnaître, beaucoup d'invraisemblances.

Cependant pour ne pas laisser subsister ce léger doute j'ai refait des cultures semblables aux précédentes en me servant de graines que je stérilisais en les flambant à la flamme et mieux encore de graines qui avaient été récoltées à leur maturité incluses dans leurs fruits ; ceux-ci avaient été mis à dessécher et lorsque les graines allaient être employées on flambait le péricarpe qui s'ouvrait sous l'action de la chaleur ; les graines étaient alors saisies avec une pince stérilisée dans une flamme et transportées dans un tube contenant de l'eau également stérile ; de là, lorsqu'elles s'étaient gonflées, elles étaient mises à germer sur de l'ouate humide contenue dans un autre tube ; on obtient ainsi presqu'à coup sûr des plantules exemptes de tout microorganisme, sans qu'aucune substance antiseptique ait eu à intervenir.

Les résultats ont été les mêmes, dans ces nouvelles conditions que dans les expériences précédentes ; c'est ainsi que la moyenne des poids de matière sèche des racines était de $14^{mgr},1$ lorsque les plantules étaient cultivées sur de l'eau distillée qui avait déjà servi à une première culture de Pois, alors que ce poids était de $17^{mgr},3$ dans les cultures témoins ; c'est donc bien à une excrétion de racines qu'il faut rapporter les résultats antérieurs. On peut d'ailleurs constater que le retard de la croissance présenté par les plantules de Pois s'accentue rapidement si on augmente le nombre des cultures successives ; c'est ainsi que dans une troisième culture opérée sur le liquide qui a déjà servi au développement de deux graines de Pois la substance sèche des racines n'est plus que de $11^{mgr},9$, alors que pour les cultures témoins on obtient $17^{mgr},6$: la différence arrive à représenter le tiers du poids total.

Ce sont ces cultures, faites avec des graines aseptiques, dont on trouvera des échantillons photographiés à la Planche 6. Les tubes

2 et 4 correspondent à des cultures faites sur de l'eau dans laquelle se sont déjà développées une (tubes 2) ou deux (tubes 4) plantes; les tubes 1 et 3 constituent les témoins correspondants ; on peut constater la grande réduction subie par les racines ; quant aux tiges elles sont beaucoup moins ralenties dans leur développement et ce n'est guère qu'à la pesée de la substance sèche qu'on peut constater une légère diminution ; le faible retentissement s'opérant sur la tige de l'action toxique qui s'exerce sur la racine se comprend aisément dans la première phase de développement que nous avons seule considérée ; mais il n'est pas douteux qu'elle deviendrait très appréciable lorsque la plante aura consommé toutes ses réserves.

Nous devons admettre que les racines du Pois sécrètent des substances qui se comportent comme toxiques pour l'organe même qui les produit, sans que des bactéries interviennent dans le phénomène; mais, parmi ces substances, il en est une à laquelle il est nécessaire de songer de suite, c'est le gaz carbonique produit par les racines et qui se dissout dans l'eau de culture; d'autre part cette eau contient au début en dissolution les gaz de l'air et ce pourrait être simplement l'appauvrissement du liquide en oxygène et son enrichissement en gaz carbonique qui fussent la cause des phénomènes que nous avons observés; il était donc nécessaire de faire expérimentalement la part qui peut revenir à ce facteur de l'aération.

A cet effet j'ai effectué une série de cultures soit avec des tubes contenant de l'eau distillée stérile qui ne subissait, comme dans les expériences précédentes, aucun traitement particulier, soit avec des tubes dont l'eau était longuement aérée immédiatement avant la culture ; à cet effet de l'air était refoulé dans un tube de caoutchouc terminé par un tube de verre longuement effilé qui pouvait être introduit jusque dans le fond des tubes étranglés où l'air venait barboter ; cette aération s'opérait, cela va sans dire, d'une manière aseptique, grâce à un dispositif qu'il est facile d'imaginer et que je ne crois pas nécessaire de décrire. D'autres cultures étaient faites dans de l'eau qui avait été de même saturée de gaz carbonique. Je n'ai pas observé pour les deux premières séries de différence appréciable dans le poids de substance sèche des racines ; dans le cas où l'eau était saturée de gaz carbonique avant le semis j'ai reconnu un abaissement de la récolte qu'on pouvait évaluer à 1/30 de la récolte témoin ; c'est donc un écart négligeable vis-à-vis de celui qu'on observe sous l'action d'une première culture.

J'ai de même procédé à des cultures de Pois sur de l'eau qui avait servi à un premier développement, et en utilisant cette eau sans lui faire subir de traitement ou bien après en avoir extrait à la trompe le gaz dissous et en remplaçant ensuite ce gaz par de l'air ou du gaz carbonique, ou bien encore en ne faisant subir à l'eau privée de ces gaz aucun barbotage ; les récoltes en substance sèche étaient les mêmes dans tous les cas, ainsi que l'allure morphologique des plantes. La question d'aération plus ou moins restreinte n'est donc que secondaire et les amoindrissements de récolte qui en résultent sont négligeables vis-à-vis de ceux qui résultent du fait de la sécrétion de substances toxiques par les racines.

Le liquide dans lequel s'est développé l'appareil radiculaire du Pois contient en suspension, au bout de quelque temps, des débris cellulaires provenant de la désquamation de la coiffe et des cellules épithéliales, et de plus on peut reconnaître que le liquide filtré contient en dissolution des substances organiques ; on peut évaluer le poids sec de l'ensemble à 1^{mgr} par culture ; parmi ces substances se trouvent des corps azotés et l'analyse, effectuée sur les liquides réunis de nombreuses cultures, montre que par tube il y a environ $0^{mgr},15$ d'azote total dont $0^{mgr},08$ d'azote soluble et $0^{mgr},02$ d'azote ammoniacal. Les substances toxiques sont d'ailleurs stables, car leur action n'est pas amoindrie lorsque le liquide de culture a été porté à 120° pendant 20 minutes.

Une fois établie la toxicité des produits sécrétés par les racines, on peut constater que les résultats obtenus précédemment se retrouvent pour des cultures opérées sur de l'eau de rivière, c'est-à-dire contenant les sels normaux ; pour les cultures qui ne duraient que quelques semaines et faites avec le Pois, c'est-à-dire avec une graine très riche en matériaux de réserve, l'épuisement de l'eau en substances minérales nutritives n'intervient pas d'une manière sensible.

Reste une importante question à résoudre : les substances sécrétées par les racines du Pois et qui sont toxiques par le Pois le sont-elles également pour une autre espèce, ou bien y a-t-il spécificité dans cette action ?

Pour y répondre j'ai établi une série de cultures de Maïs sur de l'eau distillée qui avait servi au développement de Pois et inversement des cultures de Pois sur de l'eau distillée qui avait servi au développement de Maïs, et j'ai comparé dans les deux cas les rendements des racines à celui qu'on observait sur de l'eau distillée qui n'avait encore été utilisée pour aucune culture. J'ai pu de la sorte constater pour les deux espèces un abaissement de la récolte d'environ 1/6 dans les deux cas ; on trouvait par exemple pour le Maïs un poids sec de 30^{mgr} au bout de 3 semaines au lieu de 36^{mgr} pour le témoin ; il n'y a donc pas de spécifité dans l'action des substances excrétées.

Il n'est peut-être pas inutile d'ajouter que les recherches qui viennent d'être décrites ont été faites dans des conditions qui ne sont pas celles de la nature (milieux liquides, absence de microorganismes), qu'il serait imprudent d'étendre les résultats aux conditions normales et d'en conclure à une intoxication des plantes par les produits que sécrètent leurs racines ; ceux-ci se forment évidemment aussi bien dans le sol que dans les cultures dont je viens de parler, mais il est fort possible, il est même probable que la flore microbienne du sol intervient pour détruire ces produits ; c'est ainsi que peuvent s'expliquer les résultats signalés par divers auteurs et qui concluent à l'absence d'intoxication par suite de cultures répétées dans un même milieu : Prianichnikov rapporte par exemple qu'on n'observe aucune baisse de récolte dans certaines cultures normales successives opérées avec le Blé, le Seigle, la Pomme de terre ; de même Péritourine n'a observé aucune diminution dans les récoltes présentées par des cultures successives de Blé ou d'Avoine effectuées sur de l'eau dépourvue de sels, les graines étant mises à se développer sur une toile tendue sans précaution d'aseptie.

En résumé les racines des plantes que nous avons utilisées dans nos recherches sécrètent des substances toxiques agissant sur les racines de ces plantes, sans que cette action ait d'ailleurs un caractère spécifique.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 6

Tubes de cultures dans lesquels se sont développées des plantules de Pois ; les tubes ont été plongés, pour être photographiés, dans une cuve de verre à faces parallèles remplie d'eau, de manière à ce que les phénomènes de réflexion sur la paroi du verre n'empêchent pas de voir nettement les racines qu'il s'agissait de faire apparaître.

Fig. 2. — Cultures de Pois dans de l'eau qui a servi antérieurement à cultiver une première plantule.

Fig. 1. — Cultures servant de témoins aux précédentes.

Fig. 4. — Cultures de Pois dans de l'eau qui a servi antérieurement à deux cultures successives.

Fig. 3. — Cultures servant de témoins aux précédentes.

Toutes les figures sont réduites aux 3/5.

RECHERCHES
SUR LE CHONDRIOME
CHEZ LES CHAMPIGNONS ET LES ALGUES

Troisième contribution à l'étude des Mitochondries.

par M. A. GUILLIERMOND.

(fin)

III. — CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES ET CONCLUSIONS.

I. Résumé des résultats (1).

Les résultats de nos recherches peuvent se résumer comme il suit :

1° L'existence d'un chondriome a été démontrée dans un grand nombre de champignons appartenant aux groupes les plus divers. Sa présence apparaît donc comme générale chez tous les champignons.

2° Dans les Algues du groupe des Conjuguées ou des Confervacées que nous avons observées (*Spirogyres, Cosmarium parvulum Œdogonium* etc..), il nous a été impossible de mettre en évidence un chondriome. Mais le chloroplaste qui constitue chez ces Algues un organe généralement très différencié, unique par cellule et occupant la plus grande partie de la cellule, offre les caractères histochimiques des mitochondries et paraît être constitué par de fines fibrilles de substances mitochondriales. Physiologiquement, il joue le même rôle que les mitochondries et élabore en outre de la chlorophylle et de l'amidon, des corpuscules métachromatiques, des graisses et autres produits qui dans les cellules ordinaires sont le produit de l'activité des mitochondries. Il est donc légitime de considérer ce chloroplaste non pas comme l'homologue des chloroplastes des Phanérogames (qui d'après nos recherches antérieures (**17**) ne sont que des mitochondries à un état de différenciation plus élevé que les autres), mais comme un chondriome qui, au lieu d'être morcelé en mitochondries disséminées dans la cellule, serait condensé en un organe spécial, sorte de réticulum mitochondrial.

---

(1) Nous tenons à remercier M. Boudier et M. le Professeur Pavillard qui ont bien voulu déterminer certaines des espèces que nous avons étudiées.

On sait au contraire par les recherches de Le Touzé et Nicolosi-Roncati que dans les Algues les plus évoluées (Floridées et Phéophycées), les cellules renferment un chondriome ordinaire et que les chloroplastes qui présentent ici les caractères des chloroplastes des végétaux supérieurs, y résultent d'une différenciation des éléments de ce chondriome.

3° Dans les Cyanophycées, par contre, le chondriome semble faire complètement défaut. Mais la structure très primitive de ces Algues, qui sont les plus inférieures, peut dans une certaine mesure expliquer cette exception. Leur noyau est rudimentaire et mal différencié du cytoplasme et les produits de réserve qui dans les cellules sont élaborés dans les éléments du chondriome prennent ordinairement naissance dans ces Algues au sein du noyau lui-même qui semble plus ou moins remplacer le chondriome.

4° Le rôle physiologique du chondriome a pu être nettement mis en évidence dans les Champignons. Les chondriocontes produisent sur leur trajet des vésicules qui résultent de la production au sein de ces éléments de produits de sécrétion ne se colorant pas par les méthodes mitochondriales. Ces vésicules sont absolument analogues à celles qui dans les végétaux supérieurs produisent l'amidon. Nos recherches démontrent d'une manière précise que les corpuscules métachromatiques naissent dans ces vésicules.

Leur formation s'effectue de la manière suivante :

Les chondriocontes forment sur leur trajet, soit au milieu, soit aux extrémités, soit dans une région quelconque, de petits grains offrant l'aspect de vésicules ou parfois homogènes. Cette homogénéité semble s'expliquer par la petitesse du corpuscule et l'épaisseur de l'écorce mitochondriale, celle-ci masquant presque entièrement le corpuscule incolore. Ces grains se détachent par résorption des parties effilées du chondrioconte, pénètrent dans les vacuoles et prennent tous alors nettement l'aspect de vésicules constituées par un corpuscule métachromatique incolore entouré d'une écorce mitochondriale. Puis, ces vésicules grossissent par suite de la croissance du corpuscule à l'intérieur de l'écorce mitochondriale. Enfin celle-ci s'épuise, lorsque le corpuscule est parvenu à l'état de maturité. La naissance des corpuscules métachromatiques s'effectue donc au sein des mitochondries comme celle de l'amidon.

D'autres vésicules plus grosses formées de la même manière sur les chondriocontes ne renferment pas de corpuscules métachromatiques. Leur présence constante dans les asques, les basides, etc., dans les régions de la cellule où s'élabore le glycogène rend vraisemblable de les considérer comme le siège de la formation de ce produit.

D'autre part, la présence fréquente de globules de graisse dans les régions de l'asque de *Pust. vesiculosa* qui renferment le plus de chondriocontes, et le fait que ces globules semblent souvent au début de leur formation insérés sur le trajet de ces chondriocontes porte à penser que ces globules auraient aussi peut-être une origine mitochondriale, opinion qui est appuyée par les résultats obtenus en cytologie animale sur l'élaboration des graisses au sein des mitochondries.

Enfin, nos recherches démontrent que dans *G. succosa, Pez. Catinus* et *P. leucomelas,* les grains basophiles décrits par Maire dans les basides et les asques et par nous-même dans certains asques résultent d'une transformation de chondriocontes.

II. Considérations générales.

Ces résultats sont importants à divers points de vue.

1° *Au point de vue morphologique,* la présence du chondriome avait été constatée jusqu'ici dans les cellules animales les plus diverses et jusque dans les Protozoaires (Fauré-Frémiet). Elle a été mise en évidence plus récemment dans la plupart des cellules des végétaux supérieurs. Au contraire, le chondriome n'avait été l'objet d'aucune étude chez les Champignons et les Algues inférieures. Nos recherches démontrent la généralité du chondriome dans les Champignons et les Algues et ce résultat, ajouté à ce que l'on savait déjà, semble confirmer définitivement l'opinion qui admet que le chondriome est un élément constitutif de la cellule, indispensable à son fonctionnement, au même titre que le noyau (1). Seules en effet les

---

(1) Dans un mémoire récent, Scherrer est arrivé au contraire par l'étude de divers *Anthoceros* à des résultats entièrement différents des nôtres.

Cyanophycées ne paraissent pas posséder de chondriome, mais ce caractère s'ajoute aux autres caractères primitifs de ces Algues qui sont les plus inférieures que l'on connaisse et on ne saurait regarder cette absence de chondriome que comme un cas exceptionnel.

D'autre part, nos observations sur les Conjuguées qui paraissent démontrer que le chromatophore de ces Algues est morphologiquement et physiologiquement homologuable à un chondriome, jointes à l'assimilation que nous avions faites antérieurement **(10)** des plastes de W. Schimper aux mitochondries, montrent d'une manière précise que, contrairement à l'opinion récemment soutenue par certains

Cet auteur qui ne tient à peu près aucun compte des recherches qui ont démontré l'origine mitochondriale des plastes chez les Phanérogames, notamment de notre mémoire des Archives d'Anatomie microscopique **(10)**, admet que les plastes des Phanérogames ne dérivent pas des mitochondries et que les mitochondries sont des formations tout à fait indépendantes des plastes. Il cherche à démontrer par l'étude des Hépatiques que le chondriome n'est nullement une formation constante de la cellule et que dans beaucoup de cellules les mitochondries font entièrement défaut. Pour lui, les mitochondries représenteraient, non pas des organites constitutifs de la cellule, mais de simples produits de nutrition ou de réserve, qui n'apparaîtraient que dans certaines conditions.

Mais ce sont là des résultats qui ne se reposent pas sur des méthodes précises. L'auteur n'a obtenu ces résultats que par l'emploi de la méthode de Benda, qui, on le sait, est extrêmement délicate, ne réussit pas toujours et donne des préparations très irrégulières. Si l'auteur avait pris soin d'employer d'autres méthodes, notamment celle de Regaud qui donne des résultats ordinairement constants, il aurait certainement differencié un chondriome dans les cellules où il admet que les mitochondries font défaut. Les résultats de Scherrer reposent d'ailleurs uniquement sur une étude spéciale, celle des Hépatiques, et l'auteur a le tort de généraliser des observations exclusivement faites sur un groupe de végétaux qui n'est peut-être pas favorable à l'étude du chondriome, et de ne tenir aucun compte des résultats très précis qui démontrent partout ailleurs le rôle élaborateur des mitochondries. Il est impossible actuellement en cytologie comme en physiologie, de généraliser des résultats obtenus dans un domaine restreint ; seule la cytologie générale peut donner des résultats sûrs.

De même, tout récemment, Derschau s'appuyant sur les idées de Goldschmith qui assimile les mitochondries aux chromidies de R. Hertwig expose une opinion en contradiction avec nos résultats. Selon lui, les mitochondries ne sont que des chromidies expulsées du noyau et c'est aux dépens de ces chromidies que se constitueraient les plastes. Mais comme l'auteur s'est servi uniquement pour établir son opinion de préparations fixées à l'alcool qui, on le sait, altère profondément les mitochondries, ses résultats ne sauraient avoir la plus petite valeur et il serait superflu de discuter davantage cette opinion qui repose sur une technique défectueuse.

Depuis la rédaction de ce mémoire, deux auteurs Américains, R. et H. Lewis, s'appuyant uniquement sur des observations vitales incertaines, faites sur des cellules animales, et ne tenant aucun compte des recherches de cytologie végétale, se sont attachés à démontrer que les mitochondries n'ont pas le rôle élaborateur qu'on leur a attribué et ne sont que des produits du métabolisme cellulaire, dont il est difficile de préciser la signification exacte. (Mitochondria in tissue cultures. *The American Journal of Anatomie*, 1915).

auteurs, entre autres Löwschin, les mitochondries ne peuvent être considérées comme de simples gouttelettes de lipoïdes, mais représentent comme le noyau de véritables organites de la cellule.

Enfin, on sait que la question de l'origine des mitochondries est encore discutée. Tandis que la majorité des auteurs admettent que les mitochondries comme le noyau ne peuvent se former autrement que par division, qu'elles se transmettent par division de la mère à l'œuf, de l'œuf à l'embryon, d'autres soutiennent qu'elles peuvent se différencier aux dépens du cytoplasme. Nos recherches antérieures (**10**) sur les Phanérogames étaient tout à fait en faveur de la première opinion. Nos observations sur les Champignons montrent que les mitochondries sont présentes dans toutes les cellules, se transmettent dans les appareils de fructification (asques, basides, sporanges, appareils conidiens), puis dans les spores et conidies, dans les bourgeons des levures, dans les jeunes rameaux du mycelium, et confirment donc cette opinion. Enfin l'assimilation que nous avons faite du chromatophore des Algues à un chondriome apporte un argument définitif à cette manière de voir, puisque le chromatophore est un organe permanent de la cellule, se divisant en même temps que la cellule et se perpétuant par l'œuf.

2° *Au point de vue physiologique,* nos recherches confirment le rôle élaborateur des mitochondries, mis en évidence pour la première fois par Regaud, puis vérifié par un grand nombre d'auteurs dans la cellule animale et démontré d'une manière définitive (1) par nos recherches sur la cellule des Phanérogames.

Elles démontrent, et c'est un des faits essentiels qui en ressort, que les corpuscules métachromatiques sont le produit de l'activité des mitochondries. Ce fait a été, depuis les notes préliminaires où nous l'avons signalé (Juillet et Août 1913) (**13** et **14**), l'objet d'une double vérification de la part de Beauverie (Février et Mars 1914) (**1** et **2**) et de Fernand Moreau (**3**) (Juillet 1914). Il se trouve confirmé d'une autre manière d'ailleurs par le fait, démontré antérieurement par Madame Fernand Moreau **(1)** et vérifié par nous, que dans les Algues les corpuscules métachromatiques sont élaborés au sein du chromatophore. C'est donc là un fait absolument démontré. Seulement l'élaboration de ces corpuscules s'effectue d'une manière un peu différente selon les cas. Tandis que dans tous les cas que nous avons observés (asques de *Pust. vesiculosa*, basides des Agaricinées, mycélium et sporanges de *Rhizopus nigricans)*, les corpuscules métachromatiques prennent naissancedans des chondriocontes, au contraire selon Beauverie et F. Moreau, dans les Urédinées et la zygospore de *Sporodinia grandis*, ils prennent naissance dans des mitochondries granuleuses. Mais ce n'est là qu'une variante insignifiante et à laquelle on devait s'attendre puisque des produits de même nature tels que l'amidon et l'anthocyane peuvent se former indifféremment, comme nous l'avons démontré antérieurement **(10** et **18)**, au sein de chondriocontes ou de mitochondries granuleuses.

---

(1) Il est bon de faire remarquer que si ce rôle élaborateur est considéré comme définitivement démontré pour tous ceux qui ont suivi l'ensemble de nos recherches sur les mitochondries, il est encore très discuté surtout par les Allemands. Heidenhain, Kuster, Scherrer, Sapehin, Retzius, Levi se refusent encore à admettre ce rôle. Les résultats que nous exposons dans ce mémoire apportent une nouvelle et importante confirmation du rôle élaborateur des mitochondries, qui d'ailleurs, était suffisamment démontré par nos recherches antérieures.

Une particularité très curieuse de ce phénomène est le fait que les corpuscules métachromatiques nés dans l'intérieur des chondriocontes ou de mitochondries granuleuses émigrent dans les vacuoles avec leur écorce mitochondriale et y achèvent leur croissance au moyen de cette écorce et avec le concours du suc vacuolaire. Au moment où nous avons décrit ce processus, de semblables phénomènes n'avaient pas encore été signalés. Depuis, Lewitsky a mis en évidence des phénomènes de même ordre dans les Péronosporacées : cet auteur a démontré que les « corps jaunes » décrits par Stewens dans l'oogone d'*Albugo Bliti* et *candida* sont élaborés dans des mitochondries, puis émigrent dans les vacuoles où ils s'accroissent au moyen de leur écorce mitochondriale. Ces phénomènes rappellent la formation des pigments anthocyaniques aux dépens des mitochondries que nous avons récemment décrite, avec cette différence importante cependant, que dans ce dernier cas les sphérules pigmentaires formées dans l'intérieur des mitochondries paraissent n'émigrer dans la vacuole que lorsqu'elles ont achevé leur croissance et épuisé leur écorce mitochondriale.

La formation des corpuscules métachromatiques au sein des mitochondries explique ou précise beaucoup de particularités de l'évolution des corpuscules métachromatiques qui étaient restées jusqu'ici très obscures.

Ils expliquent notamment la disposition si fréquente de ces corps en chapelets sur le bord des vacuoles que nous avons décrite dans nos recherches antérieures : les figures en chapelets représentent plusieurs corpuscules métachromatiques formés aux dépens d'un même chondrioconte altéré et rendu invisible par les fixateurs ordinaires. Il en est de même des corpuscules métachromatiques accolés deux par deux qui avaient attiré récemment l'attention de Pénau. Cet auteur ayant observé cette disposition fréquente dans l'*Endomyces albicans* avait été conduit à admettre que les corpuscules métachromatiques étaient doués du pouvoir de se diviser, interprétation peu conciliable avec la nature de produits de réserve de ces corps admise par l'auteur lui-même.

Ces faits résolvent enfin la question discutée jusqu'ici de l'origine cytoplasmique, nucléaire ou vacuolaire des corpuscules métachromatiques. On sait que pour Wager et Peniston, les corpuscules métachromatiques sont des formations purement cytoplasmiques qui ne se rencontrent jamais dans l'intérieur des vacuoles, mais seulement sur leur périphérie. Pour Pénau au contraire les corpuscules métachromatiques naissent et évoluent exclusivement dans les vacuoles. Enfin, certains auteurs ayant remarqué que les corpuscules métachromatiques naissent toujours au voisinage du noyau avaient été amenés à les considérer comme des produits émanés de cet organe (Matruchot et Molliard, Conte et Vaney, Swellengrebel). Nous avons pour notre part formulé l'opinion que les corpuscules métachromatiques naissent dans le cytoplasme au voisinage du noyau et émigrent ensuite dans les vacuoles. Cette opinion se trouve entièrement confirmée par les présentes recherches. Les corpuscules métachromatiques se forment dans le cytoplasme au sein des chondriocontes et ceux-ci se mettent en contact avec le noyau pendant l'élaboration de ces corpuscules comme cela semble général dans les phénomènes secrétoires (élaboration de l'amidon, de la chlorophylle etc.).

Un second résultat relatif à la fonction physiologique des mitochondries ressort de nos recherches sur le chondriome des Algues. On sait que certains auteurs admettent que les mitochondries ont en dehors de leur rôle élaborateur, une autre fonction physiologique ; elles serviraient de support aux propriétés héréditaires (Meves, Duesberg). Ce seraient donc des particules cytoplasmiques porteuses des caractères héréditaires, jouant par conséquent dans le cytoplasme le rôle que l'on attribue dans le noyau à la chromatine : quelques auteurs, niant le rôle élaborateur des mitochondries, attribuent uniquement à ces organites le rôle héréditaire que nous venons de signaler (Lévi (**1** et **2**), Heidenhain).

Nos recherches sur les Algues, en assimilant le chromatophore à un chondriome, éclaircissent cette question. Elles semblent démontrer que contrairement à l'opinion de ces auteurs, les mitochondries n'ont pas de rôle dans l'hérédité. En effet bien que la question ne soit pas encore résolue pour toutes les Algues (1), il est aujourd'hui démontré que, pour certaines espèces, pendant la fécondation, le chromatophore mâle dégénère, après s'être introduit avec le cytoplasme dans l'œuf, et que seul le chromatophore femelle fournit par division le chromatophore des cellules issues du développement de l'œuf. C'est ce qui résulte des recherches récentes de Kursanow sur les *Zygnema*.

25 Juillet 1914.

---

(1) Pour certains auteurs, il y aurait cependant fusion des chromatophores mâles et femelles dans les Spirogyres. Pour d'autres au contraire, le chromatophore mâle dégénérerait dans l'œuf et seul le chromatophore femelle persisterait comme dans les *Zygnema*, selon Kursanow.

Nous avons été assez heureux pour obtenir tous les stades de la conjugaison de *Spirogyra maxima*. L'observation de ces stades sur le vivant ne nous a malheureusement pas permis d'observer la manière dont se comportent les chromatophores mâles et femelles pendant ce phénomène. (Fig. 3). On voit seulement dans les cellules qui se préparent à la conjugaison des variations dans la forme des chromatophores de chacune des cellules : ce chromatophore se déroule et se contracte ; ses spires apparaissent beaucoup moins nombreuses et plus grandes. Ces phénomènes sont tellement nets qu'il est facile de reconnaître par la forme des chromatophores un filament qui va entrer en conjugaison, alors même que les cellules n'ont pas encore émis les becs par lesquels elles vont se réunir deux à deux. Lors de la formation de ces becs et de la réunion des deux cellules au moyen d'un canal de copulation, le chromatophore des deux gamètes conserve ses caractères, puis le chromatophore mâle s'introduit dans la gamète femelle avec tout le contenu de la cellule qui le renferme. A partir de ce moment, il devient impossible d'observer ce qui se produit dans l'œuf qui montre seulement un chromatophore énorme, à spires extrêmement serrées et confuses. L'étude de ces phénomènes sur des coupes fixées et colorées par les méthodes mitochondriales ne nous ont pas permis non plus de suivre la destinée du chromatophore mâle dans l'œuf. L'espèce que nous avons observée n'est donc pas favorable à cette étude.

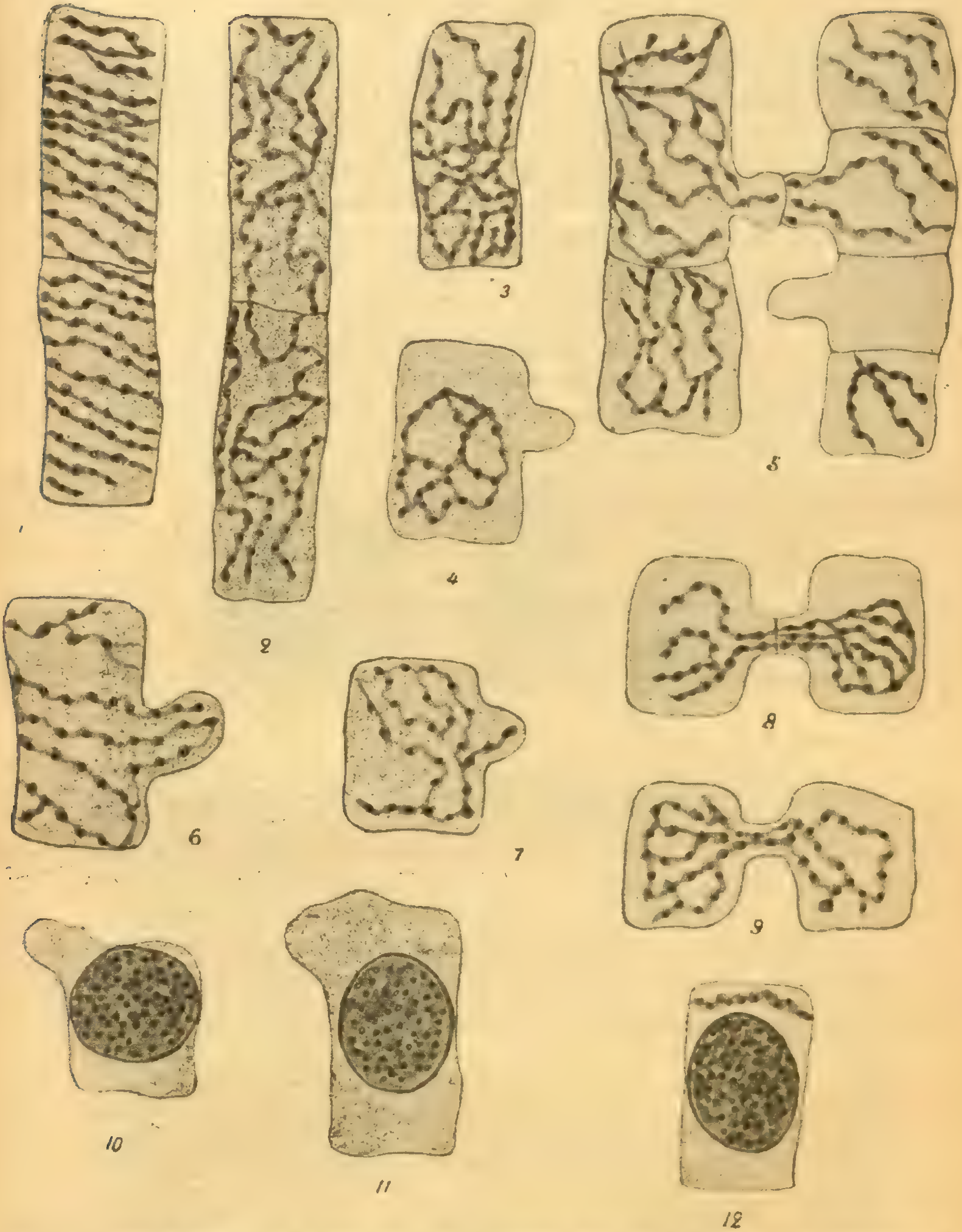


Fig. 3. — Divers stades de la copulation dans *Spirogyra maxima*, d'après une préparation à l'état vivant. — *1*. Cellules au repos. — *2* et *3*. Cellules se préparant à la copulation et dans lesquelles le chromatophore se déroule. — *4* à *9*. Diverses phases de la copulation. — *10* et *11*. Œufs dans lesquels le chromatophore est à l'état de masse confuse. — *12*. Œuf développé par parthénogénèse.

APPENDICE

Dans une note récente (Soc. de Biologie, Mai 1905), F. Moreau a montré que dans les Mucorinées, les cristalloïdes de mucorine se forment dans des mitochondries granuleuses. Nous avons recherché dans nos préparations si les cristalloïdes de protéine qu'on rencontre dans les cellules du stroma du périthèce des Ascomycètes et du stroma du chapeau des Agaricinées n'auraient pas la même origine. Malheureusement, ces cellules ne se prètent pas à l'étude de l'origine des cristalloïdes de protéine, parce que ces derniers n'apparaissent qu'au nombre de 1 à 3 par cellule, ce qui ne permet généralement pas d'observer d'une manière précise le mode selon lequel ils sont élaborés. Cependant on trouve dans le stroma du périthèce de *Pustularia vesiculosa*, certaines cellules où ces éléments se forment en assez grand nombre. (Fig. 4). Dans ces cellules, on observe d'abord des mitochondries granuleuses et quelques chondriocontes dont quelques-uns sont en voie de se transformer en petits grains, d'où l'on pourrait conclure que les mitochondries granuleuses résultent de la transformation des chondriocontes. Les cristalloïdes de protéine apparaissent sous forme de très petits corps à peine plus gros que les mitochondries granuleuses et on observe des intermédiaires entre les mitochondries et les cristalloïdes. Ces deux formations se colorent d'ailleurs de la même manière par les méthodes mitochondriales (Regaud, Benda, Altmann). Enfin lorsque les cristalloïdes ont achevé leur développement, le chondriome s'appauvrit considérablement. Ces faits sembleraient donc confirmer l'opinion de F. Moreau et montrer que les cristalloïdes de protéine ont une origine mitochondriale.

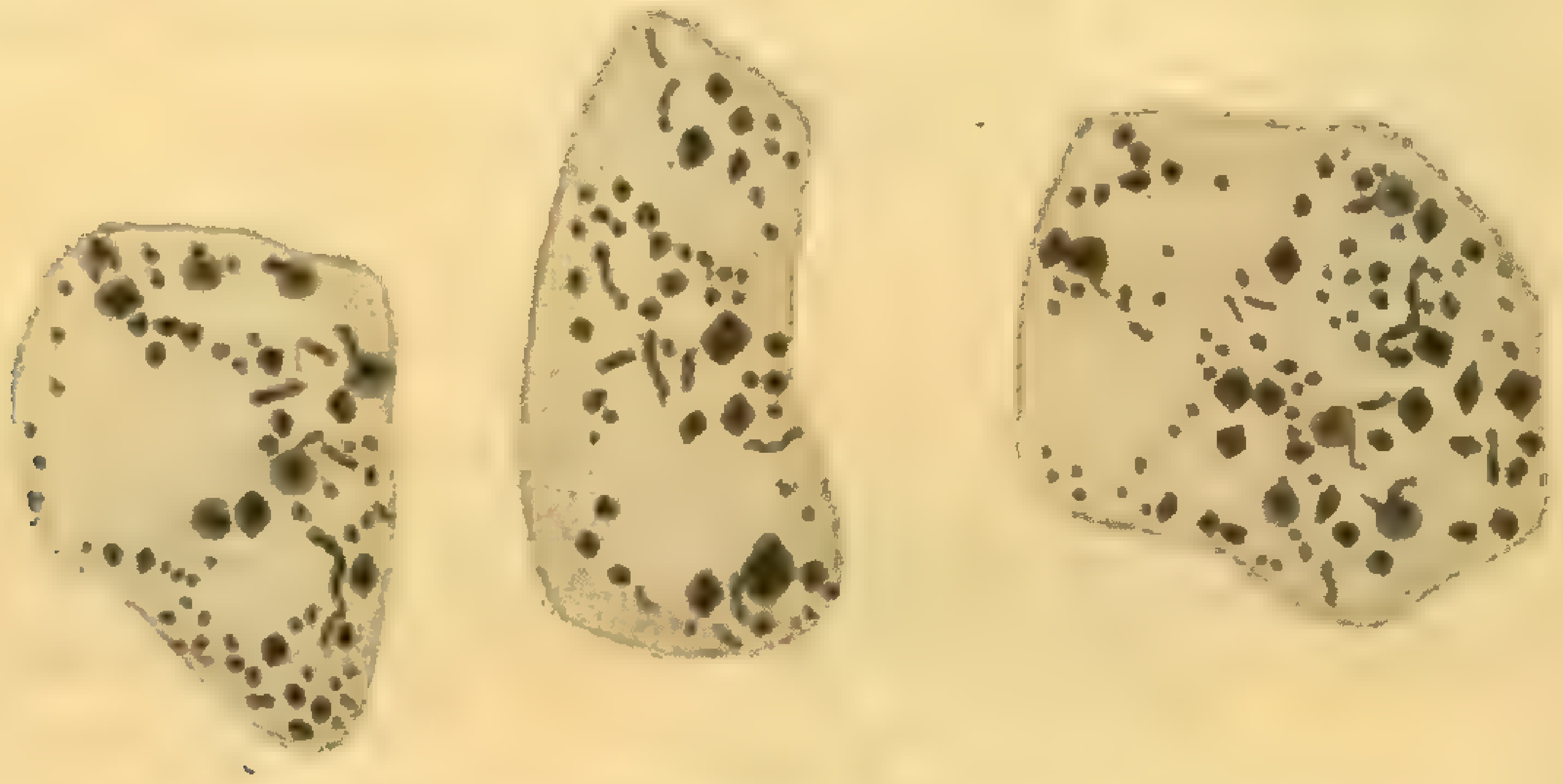


Fig. 4. — Cellule du stroma du périthèce de *Pustularia vesiculosa*. Formation des cristalloïdes de protéine. Il semble exister des formes de transition entre les éléments du chondriome et les cristalloïdes. (Méthode de Meves). (Grossissement 1.500).

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

Altmann. — Die Elementarorganismen und ihre Beziehungen zu den Zellen. Leipzig 1889.

Arnold. — Zur Morph. des Knorpelglykogens und zur Struktur der Knorpelzellen. *Wichow's Arch.* T. 194, 1908.

J. Beauverie. **1**. Sur le chondriome d'une Urédinée ; le Puccinia malvacerarum. *C. R. Société de Biol. de Paris,* T. LXXVI, 1914.

2. Sur le chondriome des Basidiomycètes. — *C. R. Acad. des Sciences,* Paris, T. 158, 1914.

Chatton. — *Pleodorina californica* — Son cycle évolutif et sa signification phylogénique. *Bull. scient. de France et de Belgique.* T. XLIV, 1911.

Conte et Vaney. — Sur des émissions nucléaires observées chez les Protozoaires. *C. R. Ac. des Sciences* 1903.

Dangeard. **1**. Structure et communications protoplasmiques dans le *Bactridium flavum. Le Botaniste,* 7ᵉ série, 1900.

2. Recherches sur la structure de *Polyphagus Euglenæ* et sa sexualité. *Le Botaniste,* 7ᵉ série, 1901.

3. Le pyrénoïde chez les Cryptomonadinées. *Bull. Soc. Bot. de France,* T. 58, 1911.

4. Recherches sur la structure des organismes inférieurs. *Le Botaniste,* 11ᵉ série, 1910.

Derschau. — Zun Chromatindualismen des Pfanzenzelle, *Arch. f. Zellforschung,* 1914.

Dubreuil. — Le chondriome et le dispositif de l'activité sécrétoire aux différents stades du développement des éléments cellulaires de la lignée connective, descendants du lymphocyte. *Arch. d'Anat. micr.* T. XV, 1913.

Duesberg. — Plastosomen « apparato reticolare interño » und chromidialapparat. *Ergebnisse des Anatomie und Entwickengsgeschichten,* T. XX, 1912.

Fauré-Fremiet. — Etudes sur les mitochondries des Protozoaires et des cellules sexuelles. *Archives d'anatomie microscopique,* T. XI, 1910.

Goldschmidt. — Der chromidialapparatlebhaft funktinierender Gewbszellen. *Zool. Jahrbücher Abt. f. Anat.* T. XXI, 1901.

A. Guilliermond. 1. Recherches cytologiques sur les levures et quelques champignons à formes levures. Thèse de Doctorat ès-Sciences de la Sorbonne, 1902. Résumé dans la *Revue générale de Botanique*, 1903.

2. Contribution à l'étude de la formation des asques et de l'épiplasme des Ascomycètes. *Revue générale de Botanique*, T. XVI, 1903.

3. Recherches sur la karyokinèse des Ascomycètes. *Revue générale de Botanique*, 1904.

4. Nouvelles remarques sur la karyokinèse des Ascomycètes. *Annales mycologici*, 1905.

5. Contribution à l'étude cytologique des Cyanophycées. *Revue générale de Botanique*, T. XVIII, 1906.

6. Remarques critiques sur différentes publications parues récemment sur la cytologie des levures et quelques observations nouvelles sur la structure de ces champignons. *Centrabl. f. Bakteriologie*, T. 26, 1910.

7. Nouvelles observations sur la cytologie des levures. *C. R. Acad. des Sciences de Paris*, 1910.

8. A propos des corpuscules métachromatiques ou grains de volutine. — *Archiv. f. Protistenkunde*, 1910.

9. Sur les mitochondries des cellules végétales. *C. R. Ac. des Sciences de Paris*, 1911.

10. Recherches sur le mode de formation de l'amidon et sur l'origine des plastes des végétaux (leuco-chloro-et chromoplastes). Contribution à l'étude des mitochondries chez les végétaux. *Archives d'Anatomie microscopique*. T. XIV, 1912.

11. Sur les mitochondries des champignons. *C. R. Soc. de Biologie de Paris*, 15 mars 1913.

12. Nouvelles observations sur le chondriome des champignons. *C. R. Académie des Sciences*, 9 juin 1913.

13. Sur le rôle du chondriome dans l'élaboration des produits de réserve des champignons. *C. R. Ac. des Sciences*, 7 Juillet 1913.

14. Sur la participation du chondriome des champignons dans l'élaboration des corpuscules métachromatiques. *Anat. Anzeiger*, 44 Bd, 1913.

15. Nouvelles observations sur le chondriome de l'asque de *Pustularia vesiculosa*. Evolution du chondriome pendant les mitoses et la formation des spores. *C. R. Soc. de Biol. de Paris*, 20 Décembre 1913.

16. Sur la signification du chromatophore des Algues. *C. R. Soc. de Biol. de Paris*, 19 Juillet 1913.

17. Etat actuel de la question de l'évolution et du rôle physiologique des mitochondries, d'après les travaux récents de cytologie végétale. *Revue générale de Botanique*. T. XXVI, 1914.

8. Recherches cytologiques sur la formation des pigments anthocyaniques. Nouvelle contribution à l'étude des mitochondries. *Revue générale de Botanique*. T. 25 bis 1914.

19. Bemerkungn über die Mitochondrien des vegetativen Zellen und ihre Verwandlung in Plastiden. Eine Antwort auf einige Einwürfe. *Ber. des Deutsch. Bot. Gesellschaft*. T. XXXII, 1914.

Heidenhain. — Plasma und Zelle. *Fischer*, Iena, 1911.

Hoven. — Du rôle du chondriome dans l'élaboration des produits de sécrétion de la glande mammaire. *Anat. Anzeiger*. T. XXXIX.

Janssens, van de Putte et Helsmortel. — Le chondriosome dans les Champignons. *La cellule*, 15 avril 1913.

Kohll. — Die Hefepilze. — Leipzig, 1907.

Kursanow. — Uber Befruchtung, Reifung und Keinung bei Zygnema. *Flora* 1911.

Kuster. — Zelle und Zellteilung. *Handworterbuch der Naturwisenschaften*, 1914.

Lewitsky. — Die chondriosomen als Sekretbildner bei den Pilzen. *Berichten den Deutsch. Bot. Gesellschaft*. T. XXXI, 1913.

Levi. — **1**. Sulla presenta participazione dei chondriosomi alla differenziazione cellulare. *Arch. d'anatomie di Embriologie*, 1911.

2. Note citol. sulle cellule somatiche dell'ovario dei mamiferi. *Arch. f. Zellforsch*, 1913.

Mlle Loyez. — Les premiers stades de la vitellogénèse chez quelques Tuniciers. *R. de l'Ass. des Anatomistes*. Réunion de Nancy, 1907.

Löwschin. — Myelinformen und Chondriosomen *Ber. d. Deutsch. Bot. Gesell*, 1913 et 1914.

Le Touzé. — Contribution à l'étude histologique des Fucacées, *Revue générale de Botanique*, 1911.

R. Maire. **1**. Recherches cytologiques sur les Basidiomycètes. Thèse de Doctorat ès-Sciences de la Sorbonne, 1902.

2. Recherches cytologiques sur quelques Ascomycètes. *Annales mycologici*, 1905.

Matruchot. — Sur une structure particulière du protoplasma chez une Mucorinée et sur une propriété générale des pigments bactériens et fongiques. *Revue générale de Botanique*, 1900.

Matruchot et Molliard. — Variations de structure dans une Algue inférieure, *Revue générale de Botanique,* 1902.

Mcallister. — The pyrenoïd of *Anthoceros, American Journal of Botany,* 1914.

Arthur Meyer. — Orientirende Untersuchungen über Verbreitung Morphologie und Chemie des Volutins. *Botanische Zeitung,* 1904.

Madame F. Moreau. **1.** Les corpuscules métachromatiques des Algues, *Bull. Soc. Bot. de France,* 1913.

2. Le chondriome des Urédinées. *C. R. Soc. Biol de Paris,* T. LXXVII, 1914.

Fernand Moreau. **1.** Recherches sur la reproduction des Mucorinées et de quelques autres Tallophytes. Thèse de Doctorat ès-Sciences de la Sorbonne, 1913.

2. Le chondriome et la division des mitochondries chez les *Vaucheria. Bull. Soc. Bot. de France,* T. LXI, 1914.

3. Sur la formation des corpuscules métachromatiques dans les mitochondries granuleuses. *C. R. Soc. de Biol. de Paris,* T. LXXVII, 1914.

Nicolosi-Roncati. — Genesi dei cromatofori nelle Fucoïdee. *Bull. Soc, Bot. It.* 1912.

H. Pénau. — Recherches cytologiques sur quelques microorganismes. *Revue générale de Botanique,* 1912.

Pensa. — Cellules cartilagineuses (formations endocellulaires). *Assoc. des Anat.* Lausanne 1913).

Poirault. — Sur quelques champignons hypogés récoltés dans les Alpes-maritimes. *C. R. du Congrès de l'Avancement des Sciences de Nîmes,* 1912.

Regaud. — Études sur la structure des tubes séminifères et sur la spermatogène chez les Mammifères. *Arch. d'Anat. micr.* T. XI, 1910.

Retzius. -- Was ind die Plastosomen ? *Arch f. mikr. Anat.* T. 84, 1914.

Rudolph. — Chondriosomen und Chromatophoren, *Ber. d. Deutsch. Bot Ges.* 1912.

Sapehin. — Untersuchungen über die Individualität der Plastide. *Ber. der Deutsch. Bot. Gesch.* 1913, et Odessa 1913.

Arth. Scherrer. — Die chromatophoren und Chondriosomen von *Anthoceros. Ber. der. Deutsch. Bot. Gesell,* 1913, et *Flora* 1914.

F. Schwartz. — Beitr. zur Biologie des Pflanzen, 1887.

Fr. Schmitz. — 1 Die chromatophoren den Algen. Bonn, 1882. 2 *Jahrb. f. viss. Bot.*, T. XV, 1884.

W. Schimper. — Unters. über dei Chlorophyllkörner und die ihnen homologen. Gebilde. *Jahrb. f. viss. Bot.* 1885.

Swellengrebel. — La volutine des Trypanosomes. *C. R. Soc. de Biologie,* 1908.

Wager et Peniston. — Cytological observations on the Yeat-plant. *Ann. of Botany,* T. XXIV, 1910.

Zimmermann. — Die Botanische Mikrotechnik. Tübingen, 1892.

EXPLICATION DES PLANCHES

Planches 12 et 13 (1)

Pustularia vesiculosa.

Fig. 1 à 4. — Premiers stades de la formation de l'asque. Délimitation de l'asque et fusion nucléaire. Le chondriome est réuni en une masse confuse sur un des côtés du noyau (Méthode de Regaud).

Fig. 5 et 6. — Jeunes asques. Le chondriome se dissémine dans tout le cytoplasme. (Méthode de Regaud).

Fig. 7 à 12. — Asques à un stade plus avancé. Les chondriocontes produisent sur leurs trajets de petits vésicules dont la plupart résultent de la formation au sein du chondrioconte d'un corpuscule métachromatique non coloré par la méthode de Regaud (Méthode de Regaud).

Fig. 13. — Asque un peu avant la première mitose. L'élaboration des corpuscules métachromatiques est achevée et les chondriocontes n'offrent plus de vésicules (Méthode de Meves).

Fig. 14 et 15. — Première mitose. (Méthode de Meves).

Fig. 16. — Troisième mitose. Les quatre noyaux en voie de mitose sont vus transversalement dans la coupe (Méthode de Meves).

Fig. 17 et 18. — Id.

Fig. 19. — Partie inférieure d'un asque au moment de la mitose. Les chondriocontes offrent sur leur trajet de grosses vésicules peut-être occupées par du glycogène, car le glycogène se forme abondamment dans cette région (Méthode de Meves).

Fig. 19 à 21. — Formation des ascospores. Celles-ci se délimitent par recourbement des fibrilles de l'aster qui persiste avec le centrosome à l'un des pôles de

---

(I). — Toutes les figures des Planches ont été dessinées à l'aide de la chambre claire de Zeiss avec l'objet apochromatique à immersion homogène 2 mm ap. 130 et de l'oculaire compensateur 6. Grossissement environ 1500).

chaque noyau. Les fibrilles ne sont pas différenciées par les méthodes mitochondriales et le centrosome seul s'aperçoit. Comparez ces figures avec la figure 1 du texte. Le chondriome de l'asque se répartit presque tout entier entre les huit ascospores et se place dans la portion de l'ascospore opposée au centrosome, c'est-à-dire à l'endroit où il n'y a pas de fibrilles de l'aster. (Méthode de Meves).

Fig. 23. — Ascospores à divers stades de leur développement. Le chondriome d'abord localisé sur un côté du noyau se dissémine dans tout le cytoplasme. (Méthode de Meves).

Fig. 24. — Asque avec ascospores ayant achevé leur croissance (Méthode de Meves).

Fig. 25. — Portion inférieure d'un asque mûr. Les chondriocontes persistent : quelques-uns se désarticulent en mitochondries granuleuses (Méthode de Meves).

Fig. 26 à 28. — Extrémités de paraphyses (Méthode de Regaud).

Fig. 29. — Cellules du stroma d'un jeune périthèce avec plusieurs noyaux et un chondriome constitué surtout par des chondriocontes allongés.

PLANCHES 14 et 15.

Pustularia vesiculosa (1 à 11).

Fig. 1 à 11. — Cellules du stroma d'un périthèce. Les chondriocontes forment sur leur trajet de petits renflements. Ceux-ci sont tantôt homogènes, tantôt sous forme d'une vésicule, selon que le corpuscule formé à leur intérieur est coloré ou incolore. Les renflements s'isolent ensuite par résorption des parties effilées des chondriocontes, émigrent dans les vacuoles et prennent tous l'aspect de vésicules dont la partie incolore représente un corpuscule métachromatique. L'écorce mitochondriale se réduit ensuite en une calotte coiffant le corpuscule sur l'un de ses côtés, puis s'épuise lorsque ce dernier a achevé son développement. Les gros corpuscules (fig. 3), ayant terminé leur croissance, apparaissent incolores au sein des vacuoles et sont visibles grâce à leur réfringence spéciale. Dans les figures 4 et 8, on aperçoit des cristalloïdes de protéine (Méthode de Regaud).

Cheilymenia theleboloides (12 à 16).

Fig. 10 à 12. — Fragments de paraphyses avec granulations pigmentaires colorées par l'hématoxyline (méthode de Regaud).

Fig. 13. — Jeune asque (Méthode de Regaud).

Fig. 14. — Asque mûr (Méthode de Regaud).

Peziza leucomelas (17 à 11).

Fig. 21 à 24. — Jeunes asques. Les grains basophiles sont en voie de se former, autour du noyau, aux dépens des chondriocontes.

Fig. 21. — Portion inférieure d'un asque avec chondriocontes pourvus de vésicules.

PLANCHES 16 et 17

Coprinus species (1 à 16). (Méthode de Regaud).

Fig. 1 à 13. — Basides à divers stades de leur développement. Le chondriome est constitué par des chondriocontes. Ceux-ci se renflent sur certains points de leur trajet produisant des corpuscules métachromatiques qui émigrent ensuite dans les vacuoles où ils restent entourés de leur écorce mitochondriale jusqu'à la fin de leur croissance.

Fig. 14 et 16. — Fragments du stroma de l'hyménium. Les chondriocontes qui constituent le chondriome forment sur leur trajet des vésicules parfois assez grosses : les plus petites renferment un corpuscule métachromatique à leur intérieur, les autres contiennent peut-être du glycogène. On aperçoit quelques cristalloïdes de proteine.

Psalliota campestris. (Méthode de Regaud).

Fig. 17 à 22. — Basides à divers stades de leur développement. Mêmes particularités que dans l'espèce précédente.

Fig. 23. — Basidiospores.

Fig. 24. — Fragment du stroma du pied, avec chondriocontes formant des vésicules et cristalloïdes de proteine.

Fig. 25 à 27. — Fragment du stroma de l'hyménium.

Psathyrella disseminata. (Méthode de Regaud).

Fig. 28 à 32. — Basides à divers stades de leur développement.

Fig. 34 et 35. — Basidiospores.

Fig. 33. — Fragment du stroma de l'hyménium.

Coprinus radiatus (Méthode de Regaud).

Fig. 38 et 39. — Basides.

Fig. 40. — Basidiospores.

Fig. 41. — Fragment du stroma de l'hyménium.

PLANCHES 18 et 19.

Penicillium glaucum (1 à 13). Méthode de Regaud.

Fig. 1 à 8. — Fragments de mycélium avec chondriome constitué par de longs chondriocontes plus ou moins parallèles les uns aux autres et orientés dans le sens longitudinal du filament.

Fig. 9 à 13. — Fragments de conidiophores montrant le passage d'une partie du chondriome dans les conidies.

Botrytis cinerea (14 à 17). Méthode de Regaud.

Fig. 14 à 17. — Fragments de mycélium.

Endomyces Magnusii (18 à 25). Méthode de Regaud.

Fig. 18 à 19. — Fragments de mycélium.

Fig. 20 à 25. — Oïdies.

Endomyces fibuliger (26 à 30). Méthode de Regaud.

Fig. 28 à 29. — Fragments de mycélium.

Fig. 30. — Conidie.

Oidium species (31 à 35). Méthode de Regaud.

Fig. 31 à 34. — Fragments de mycélium.

Fig. 35. — Oïdie.

Rhizopus nigricans (36 à 42). Méthode de Regaud.

Fig. 36 à 41. — Fragments de mycélium avec chondriome constitué en général par des chondriocontes et parfois par des mitochondries granuleuses. Les chondriocontes forment sur leur trajet des vésicules sans doute occupées par des corpuscules métachromatiques.

Fig. 42. — Fragment d'un jeune sporange.

Saccharomycodes Ludwigii (43). Méthode de Regaud.

Fig. 43. — Cellule végétative.

Saccharomyces Chevalieri (44 à 51). Méthode de Regaud.

Fig. 45 à 51. — Cellules végétatives.

Saccharomyces cerevisiæ (52 à 64). Méthode de Regaud.

Fig. 52 à 64. — Cellules végétatives.

Endomyces albicans (65 à 71). Méthode de Regaud.

Fig. 64 à 70. — Cellules levures et formes mycéliennes.

PLANCHE 20.

Cosmarium parvulum (1 à 8).

Fig. 1 à 5. — Cellules de *Cosmarium* coupées longitudinalement ou transversalement. (Méthode de Regaud).

Fig. 6 à 8. — Id. On aperçoit sur le trajet du reticulum du chromatophore des globules de graisse teints en brun foncé par l'acide osmique. (Méthode de Meves).

Spirogyra maxima (9 à 11).

Fig. 9 à 11. — Coupes longitudinales et transversales de cellules. Le chromatophore renferme des globules de graisse teints en brun foncé par l'acide osmique et des corpuscules métachromatiques sous forme de vésicules incolores. (Méthode de Meves).

PLANCHES 21 et 22.

Spirogyra maxima (1 et 2).

Fig. 1 — Coupe transversale. (Méthode de Meves).

Fig. 2. — Fragment de coupe longitudinale d'une cellule.

Spirogyra species (3 et 4).

Fig. 2 et 3. — Fragments de coupes de cellules. Dans la figure 3, on aperçoit en dehors du chromatophore des granulations de tanin colorées en jaune grisâtre par le bichromate de potasse, ici en gris. (Méthode de Regaud).

Œdogonium species (5 à 8).

Fig. 5 à 8. — Fragment des coupes de cellules avec chromatophore, globules graisseux et noyaux. (Méthode de Meves).

Mougeotia species (9 à 15).

Fig. 8 à 15. — Fragments de cellules avec chromatophores et noyau. (Méthode de Regaud).

PLANCHE 23.

Pustularia vesiculosa (1 à 9).

Fig. 1 à 7. — Cellules du stroma du périthèce fixées et colorées par la méthode de Regaud et traitées ensuite par le bleu de Crésyl. Les corpuscules métachromatiques apparaissent colorés en rouge vineux sur le trajet des chondriocontes teints en gris.

Fig. 8. — Corpuscules métachromatiques à divers stades de leur développement fixés et colorés par la même méthode.

Fig. 9. — Extrémité supérieure d'un asque fixé et coloré par la méthode de Benda. Les globules de graisses colorés en brun par l'acide osmique semblent parfois insérés parfois sur le trajet des chondriocontes.

Spirogyra maxima (10 à 12).

Fig. 10. — Portion d'une cellule fixée et colorée par la méthode de Benda. Le chromatophore montre dans son intérieur des globules de graisses colorés en brun par l'acide osmique.

Fig. 11. — Id., fixée par la méthode de Regaud et colorée par le bleu de Crésyl. Le chromatophore montre autour des pyrénoïdes des corpuscules métachromatiques colorés en rouge vineux.

Fig. 12. — Id., fixée par la méthode de Benda et colorée par la méthode d'Altmann. Le chromatophore renferme des globules de graisse colorées en brun foncé par l'acide osmique.

Cosmarium parvulum (11 à 20).

Fig. 11 à 20. — Portions de cellules fixées et colorées par la méthode de Benda. Le chromatophore montre des globules de graisses colorées par l'acide osmique. Le noyau apparaît dans la figure 14, coloré en rouge orangé.

Fig. 18. — Id., fixée par la méthode de Benda et colorée par la méthode d'Altmann.

Cheilymenia theleboloïdes (22 et 23).

Fig. 21 à 23. — Fragments de paraphyses à l'état vivant montrant les granulations pigmentaires.

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

Peklo, Jaroslav. — **Neue Beiträge zur Losung des Mykorrhizaproblems.** A. *Cytologie der Fichten-und Kiefermykorrhizen.* (Nouvelle contribution à la solution du problème des Mycorrhizes. A. Cytologie des Mycorrhizes du *Picea* et du *Pinus*). *(Zeitschr. f. Gärungsphysiologie.* Vol. II, Cahier 4. 1913 p. 246).

Dans ce Mémoire (de 43 pages) l'auteur résume l'état actuel de la question et donne en même temps le résultat de ses propres observations. Il conclut que les mycorrhizes de *Picea excelsa* L. et celles de *Pinus silvestris* L. sont très voisines comme organisation. En cherchant à isoler ces mycorrhizes l'auteur a obtenu deux espèces de *Penicillium*, mais il fait quelques réserves sur l'identification de ces champignions avec les mycorrhizes. L'assimilation de l'azote de l'air par les mycorrhizes étudiées semble bien établie.

Jean Friedel

Porodko, Th. M. — **Vergleichende Untersuchungen über die Tropismen.** VI. Mitteilung. *Der relative chemotrope Wirkungswert von Alkali- und Erdalkalisalzen für Keimwurzeln von* Lupinus albus (Etudes comparées sur les tropismes. VIe communication. — Action chimiotropique relative des sels alcalins et alcalino-terreux de *Lupinus albus). (Deutsch. Bot. Gesellsch.* 1914. Vol. xxii, p. 25).

Cette note fait partie d'un ensemble considérable de recherches dont plusieurs ont été résumées dans la *Revue générale de* Botanique.

Porodko, dans ses premières expériences, étudiait les tropismes à un point de vue purement qualitatif en observant au microscope l'extrémité d'une racine soumise à l'action du corps à étudier. Le présent travail, ayant pour but d'étudier quantitativement le phénomène a été fait au moyen de l'observation macroscopique portant sur un groupe de racines afin d'éviter les erreurs individuelles. On observe trois phases successives lorsqu'on augmente la concentration du sel : 1° chimiotropisme positif ; 2° chimiotropisme négatif ; 3° chimiotraumatropisme négatif.

Les sels alcalino-terreux, excepté les bromures et peut-être les iodures, ne provoquent pas de chimiotropisme positif. Si l'on range les ions (anions et cations) par ordre d'action chimiotropique décroissante, on a les séries suivantes :

1. Chimiotropisme positif.

Tart. Citr. SO^4. Acét. ClO^3. Cl. AzO^3. et Rb. Cs. K. Li. Na.

2. Chimiotropisme négatif.

a) sels alcalins : Acét. Tart. I. Cl. Citr. ClO^3. SO^4. AzO^3. et Na. Li. K. Cs. Rb.

b) sels alcalinoterreux : I. Br. Acét. Cl.

Mg. est plus actif que Ca, Ba, Sr.

L'action chimiotropique négative des sels alcalino-terreux est plus puissante que celle des sels alcalins. L'auteur pense que la cause de tous ces phénomènes chimiotropiques réside essentiellement dans un changement d'état des colloïdes plasmatiques.

Jean FRIEDEL.

PEKLO, Jaroslav. — **Ueber die Zusammensetzung der sogenannten Aleuronschicht.** (Sur la composition de la « couche à aleurone »). *(Deutsch. Bot. Gesellsch.* 1913, Vol. XXXI, cahier 8, p. 370.)

Une observation sur le fruit de *Lolium temulentum* a amené l'auteur à se demander si la couche à aleurone de certaines Graminées n'était pas due à des champignons vivant en symbiose avec la plante. Il a entrepris des recherches méthodiques sur les genres *Secale, Hordeum, Triticum,* en s'adressant de préférence à des variétés très résistantes à la rouille afin d'éviter les causes d'erreurs tenant à la présence possible d'un mycoplasma. Après un grand nombre d'observations faites avec des méthodes de coloration décrites dans la Note avec une grande précision, Peklo arrive à la conclusion que les cellules qui constituent la couche d'aleurone sont remplies de filaments de champignon et que les grains d'aleurone semblent en relation étroite avec ces filaments. Les figures que l'on voit à la planche XVI paraissent assez probantes à ce point de vue mais l'auteur insiste sur la difficulté de la technique et il dit lui-même que, dans beaucoup de préparations, on ne peut voir le lien entre les filaments mycéliens et les grains d'aleurone. Le champignon symbiote des céréales serait un *Amylomyces*. Or on sait que l'*Amylomyces Rouxii* Calmette *(Mucor Rouxianus* Wehmer) a la capacité de produire des grains d'amidon ; Peklo a constaté que ce champignon produit aussi des grains très analogues aux grains d'aleurone de la « couche à aleurone » et de l'embryon. Guilliermond avait déjà signalé des analogies incontestables entre les propriétés microchimiques du globoïde de l'aleurone des céréales et celles de la volutine des champignons. Peklo se propose de poursuivre l'étude de cette intéressante question et d'étendre ses observations aux Légumineuses et au Ricin qui présentent de très beaux grains d'aleurone.

Jean FRIEDEL

KOORDERS. — **Excursionsflora von Java umfrssend die Blütenpflanzen.** (I *Monokotyledonen ;* II *Dicotyledonen* [*Archichlamydeæ*] III. *Dicotyledonen* [*Metachlamydeæ*], IV 1. *Atlas :* [*Familie 1-19*]).

Cette flore n'est pas une flore de poche comme son titre semblerait le faire supposer, car les trois volumes de texte ne comportent pas moins de 1.600 pages in-16 : elle n'en constitue pas moins une véritable flore d'excursion dans laquelle l'éminent spécialiste de la flore des Indes néerlandaises a multiplié les clés de détermination, les descriptions claires et brèves, et les figures.

Les 61 premières pages comprennent une clé pour la détermination des familles.

Chaque genre, brièvement mais suffisamment décrit, est accompagné le plus souvent d'une clé pour la détermination de toutes les espèces de Java et d'une clé particulière pour la détermination des espèces des hautes régions, ce qui démontre que le but pratique de cette flore est une préoccupation constante de l'auteur.

Chaque espèce est accompagnée d'une description particulière, d'indications sur sa répartition, ses usages, et du nom indigène.

De nombreuses figures au trait et des planches sont intercalées dans les volumes de texte indépendamment de l'Atlas.

Cette flore qui fait honneur à son auteur et à l'éditeur est indispensable à tous ceux qui sont appelés à voyager dans les Indes néerlandaise et destinée à rendre les plus grands services.

R. Viguier.

CHRONIQUES ET NOUVELLES

Un décret du 23 Février 1915 a substitué au titre de la « Société nationale d'Agriculture de France » celui d'« Académie d'Agriculture de France ». Voici le texte de ce décret :

Le Président de la République française,

Sur le rapport du ministre de l'Agriculture,

Vu la délibération, en date du 11 février 1914, par laquelle la Société nationale d'Agriculture de France demande le changement de son titre en celui d' « Académie d'Agriculture de France » ;

Vu le décret du 23 août 1878 ;

Vu l'avis du ministre de l'Instruction publique, en date du 25 juillet 1914 ;

La section des travaux publics, de l'agriculture, du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes, du travail et de la prévoyance sociale du Conseil d'État entendues,

Décrète :

Article premier. — La Société d'Agriculture de France prendra à l'avenir le titre d'Académie d'Agriculture de France.

Art. 2. — Le ministre de l'Agriculture est chargé de l'exécution du présent décret.

Un décret du 23 Février 1915 est relatif à l'organisation de l'Académie d'Agriculture de France ; voici le texte de ce décret :

Le Président de la République française,

Sur le rapport du ministre de l'Agriculture,

Vu la demande en date du 11 février 1914, par laquelle la Société nationale d'Agriculture de France sollicite des modifications dans l'organisation qui lui a été donnée par divers décrets antérieurs ;

Vu les décrets des 23 août 1878, 27 février 1879 et 5 Juin 1880 et l'arrêté du 16 mars 1848, relatifs à l'organisation de la Société ;

Vu le décret en date de ce jour, rendu en Conseil d'État, aux termes duquel la Société nationale d'Agriculture de France prend dorénavant le titre d'Académie d'Agriculture de France,

Décrète :

Article premier. — Les articles 5, 6 et 7 du décret du 23 août 1878 sont modifiés comme suit :

Art. — 5. L'Académie d'Agriculture de France est composée :

Du ministre de l'Agriculture, président d'honneur ;

De soixante-douze membres titulaires ;

De quinze membres étrangers ;

De vingt membres non résidents ;

De cent cinquante correspondants pour la France, l'Algérie et les Colonies françaises ;

Et de cinquante correspondants étrangers.

L'Académie correspond directement ou sous le couvert du ministre, président d'honneur, avec les associations scientifiques ou agricoles, nationales ou étrangères, qui s'occupent d'agriculture et dont les travaux lui semblent dignes d'attention.

Art. 6. — L'Académie d'Agriculture de France est constituée en deux divisions et neuf sections entre lesquelles les membres titulaires sont répartis comme il suit :

1^{re} DIVISION. — *Sciences agricoles*
(Quarante-cinq membres.)

1^{re} section. — Grande culture, douze menbres.	12
2^e section. — Cultures spéciales, huit membres	8
3^e section. — Sylviculture, sept membres	7
4^e section. — Économie des animaux, dix membres.	10
5^e section. — Économie, statistique, législation agricoles, huit membres.	8

2^e DIVISION. — *Sciences appliquées à l'agriculture*
(Vingt-sept membres.)

6^e section. — Sciences physico-chimiques agricoles, huit membres	8
7^e section. — Histoire naturelle agricole, huit membres	8
8^e section. — Génie rural, six membres.	6
9^e section. — Hors cadre, cinq membres.	5
Nombre total des membres titulaires	72

Dans chacune des quatre premières sections de la 1^{re} division, les membres titulaires devront être choisis, pour moitié au moins, parmi les agriculteurs s'occupant par eux-mêmes de la science agricole représentée par la section.

Les membres étrangers et les correspondants restent répartis entre les différentes sections de l'Académie comme ils l'étaient dans la Société nationale d'Agriculture de France.

Art. 7. — Les élections des membres titulaires et étrangers et des correspondants se feront conformément aux dispositions édictées par l'article 3 de l'arrêté du 16 mars 1848 susvisé.

Celles des membres hors cadre et des membres non résidents se feront sur le rapport d'une commission composée des officiers de l'Académie et des doyens de chaque section.

Comme mesure transitoire, les associés nationaux actuels, y compris les membres hors cadre, resteront dans les sections auxquelles ils appartiennent, au titre de membres titulaires ; mais, jusqu'à ce que le nombre des membres titulaires soit ramené à l'effectif prévu ci-dessus, il ne sera procédé à une élection dans une section que pour deux vacances.

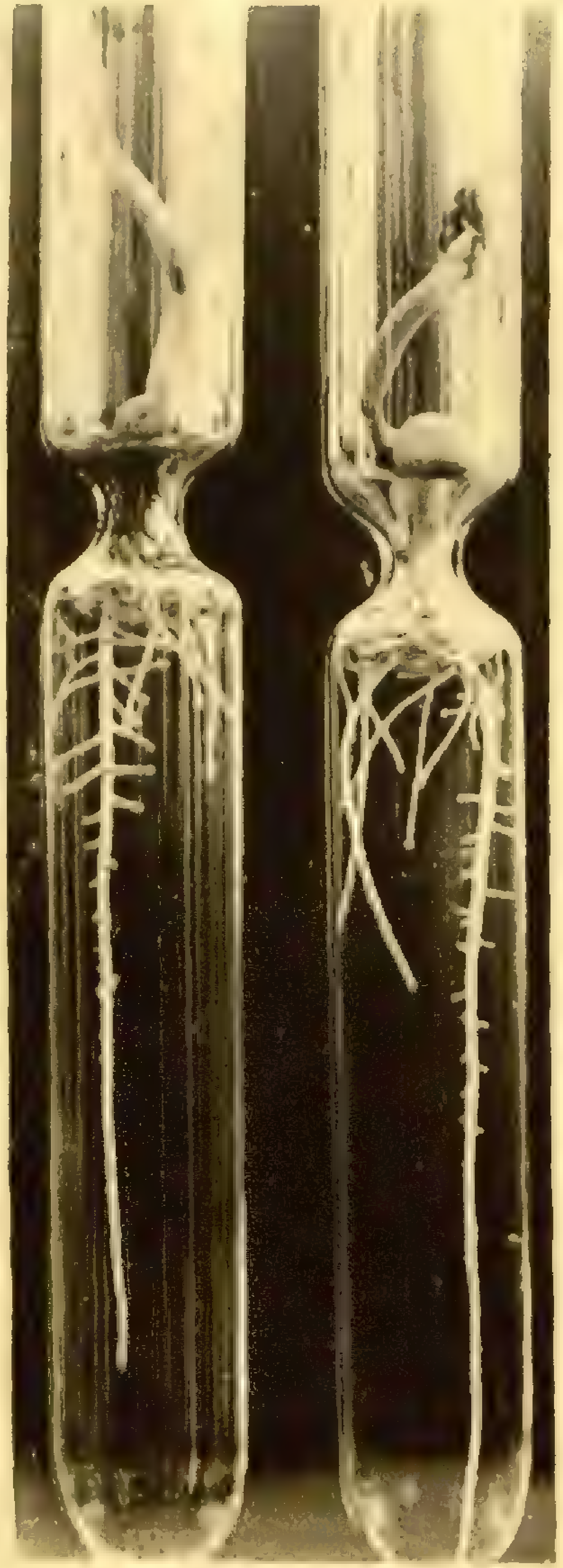
Art. 2. — Les dispositions de l'article premier du décret du 5 juin 1880 sont modifiées comme il suit :

La présence de trente-sept membres titulaires est nécessaire pour la validité de toutes les élections, ainsi que pour celle des votes qui terminent les délibérations sur les questions posées par le Gouvernement, ou, dans les autres cas, lorsque la présence de ces trente-sept membres titulaires est réclamée par cinq membres titulaires présents.

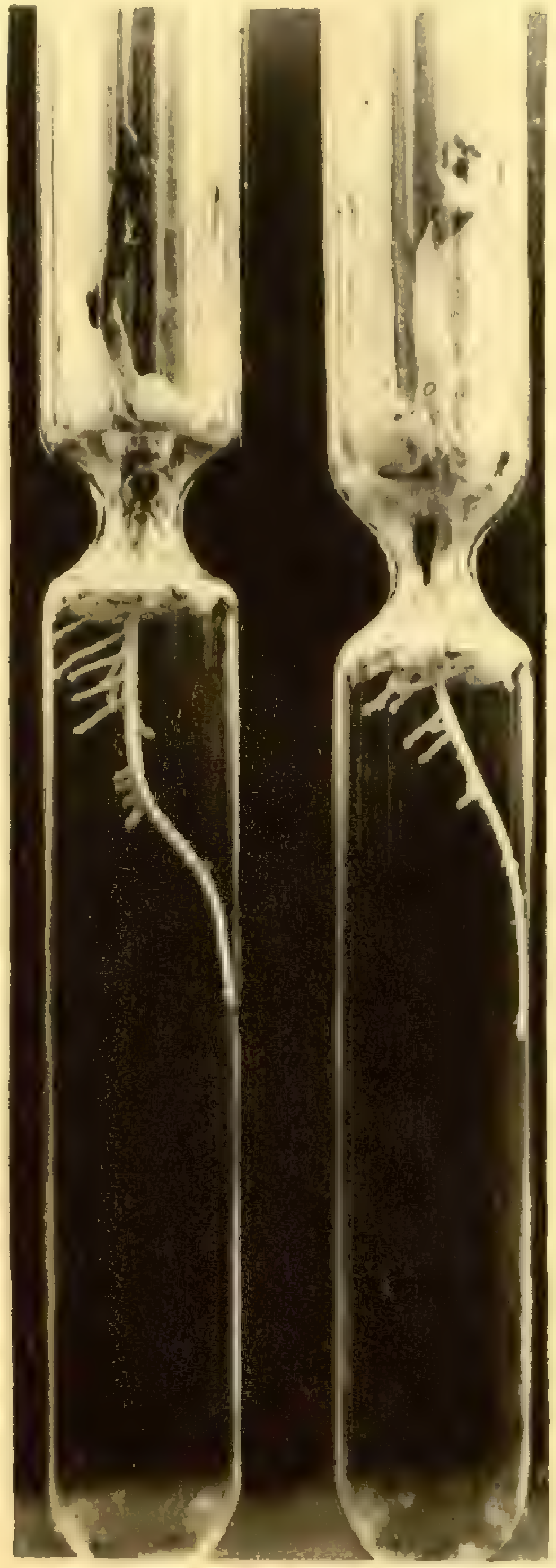
Art. 3. — Sont et demeurent abrogées toutes les dispositions des décrets, ordonnances, arrêtés et règlements antérieurs, en ce qu'elles ont de contraire au présent décret.

Art. 4. — Le ministre de l'Agriculture est chargé de l'exécution du présent décret.

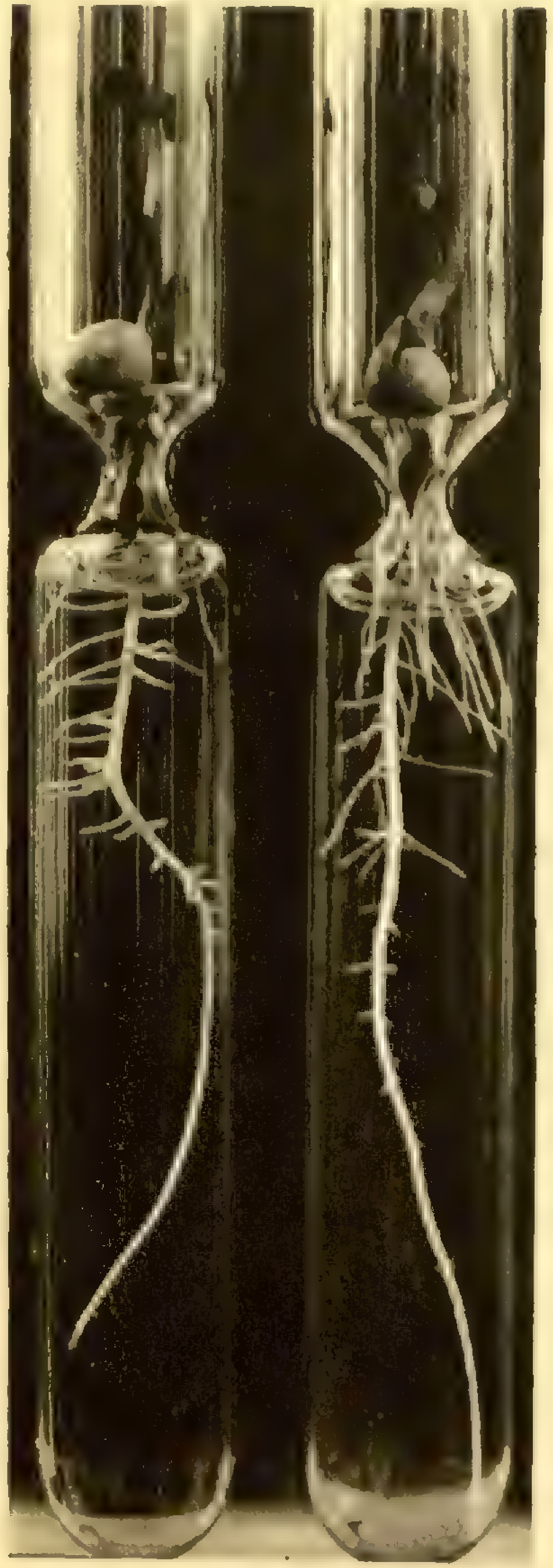
NEMOURS. — IMPRIMERIE NEMOURIENNE, HENRI BOULOY.



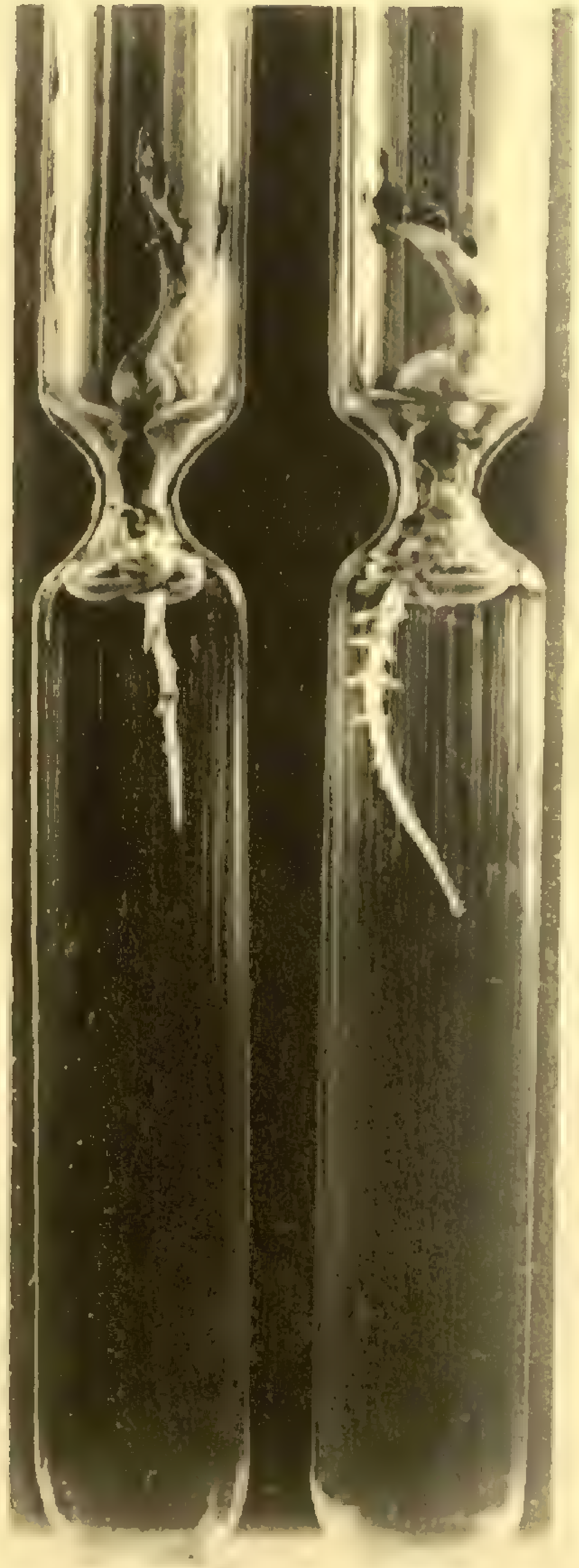
1



2



3



4

MOLLIARD, PHOT.

Excrétions toxiques des racines.

E. LE DELEY, IMP.

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME VINGT-SEPTIÈME

Livraison du 15 Novembre 1915

N° 323 ✓

Entered at the New-York Post Office
as Second Class matter

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
1, RUE DANTE, 1
1915

LIVRAISON DU 15 NOVEMBRE 1915

I. — SUR QUELQUES GRAINES ET FRUCTIFICATIONS DU WESTPHALIEN DU NORD DE LA FRANCE (avec 3 planches hors texte), par MM. **G. Depape** et **A. Carpentier** 321

II. — SUR LES CAUSES QUI DÉTERMINENT LA FORME DES ARBRES *(suite)*, par **M. Paul Jaccard** 335

III. — NOTES BIBLIOGRAPHIQUES 350

IV. — CHRONIQUES ET NOUVELLES 352

Cette livraison renferme les planches suivantes :

Planche 7. — *Graines.*
Planche 8. — *Graines et microsporanges.*
Planche 9. — *Microsporanges et sporanges.*

Pour tout ce qui concerne les Annonces, s'adresser à M. l'Administrateur de la Librairie générale de l'Enseignement, 1, rue Dante, Paris (Ve).

SUR

QUELQUES GRAINES ET FRUCTIFICATIONS

DU

WESTPHALIEN DU NORD DE LA FRANCE

(avec trois planches)

par **MM. G. DEPAPE et A. CARPENTIER**

L'année 1914 a vu paraître des travaux importants sur des fructifications de plantes houillères. Pour ne parler que des graines et inflorescences de *Ptéridospermées,* M. Newel Arder a fait une revision des graines trouvées à l'état d'empreintes dans le houiller de Grande-Brètagne (1). M. R. Kidston a découvert des cupules de *Ptéridospermées* dans des nodules du gisement célèbre de Coseley, près Dudley (Staffordshire) (2). Grâce à ses travaux, il semble bien que nous connaissions aujourd'hui les microsporanges et les cupules séminifères du *Sphenopteris avoldensis* Stur sp. Des connexions ont établi définitivement que certain *Nevropteris* avait pour organe mâle des folioles transformées, chargées de microsporanges (sacs polliniques), telles que nous en avons décrit ici même en 1911 (3). M. Nathorst vient de signaler dans le *Culm* du Spitzberg (4) des fructifications mâles qui ressemblent beaucoup à notre *Telangium nutans* du houiller du Nord (5). Ces *Telangium* se trouvaient dans les mêmes schistes en association étroite avec des cupules séminifères, semblables à celles des *Lagenostoma*, et des portions de fronde d'*Adiantites* (1). On fera plusieurs fois allusion à ces travaux au cours de la présente note, où seront décrits des empreintes de graines et quelques microsporanges ou sporanges de *Ptéridospermées et Filicinées houillères*.

---

(1) E. A. Newell Arber. A revision of the seed impressions of the Bristish Coal Measures *Annals of Botany*, vol. XXVIII, p. 81-108; pl. VI-VIII, 1914.

(2) R. Kidston. On the fossil flora of the Staffordshire coal fields. *Trans. Roy Soc. Edinburgh.* vol. L. p. 73-190; pl. V-XVI, 1914.

(3) *Revue gén. de Botanique*, p. 13; pl. XVI, fig. 1, 2, 3, 1911.

(4) A. G. Nathorst. Zur fossilen Flora der Polarländer. Lief. IV; p. 1-110; T. XV, Stockholm, 1914.

(5) *Rev. gén. de Bot.*, t. XXIII, p. 12; pl. XV, fig. 1-6, 1911.

Mém. Soc. Géol. du Nord, t. VII, II, p. 377; pl. IX, fig. 1, 2, 1913.

I. EMPREINTES DE GRAINES

1. Hexagonocarpus Chailleti n. sp.

(Pl. 7, fig. 1.)

Graines ayant 6 côtes accentuées, équidistantes, d'égale longueur (visible sous 7 mm.) ; les côtes délimitent des sillons faiblement excavés en leur milieu ; la base des graines, hexagonale, a la forme d'une pyramide surbaissée, et chaque côte y dessine un mamelon bien net. La surface des graines paraît lisse ; au microscope, on remarque sous la pellicule charbonneuse superficielle de très fines stries parallèles, s'anastomosant par places et dessinant alors un réseau à mailles très étroites et très allongées. Vers la base, on observe une striation transversale accentuée.

Remarques. — Ces graines sont voisines de celles que B. Renault et M. R. Zeiller (2) ont désignées sous le nom de *Hexagonocarpus crassus*, mais la longueur relative des spécimens de Commentry paraît plus grande et les sillons sont plus accentués. Nous dédions cette espèce à M. Chaillet, ingénieur divisionnaire aux Mines d'Anzin (Nord) qui nous a rendu de très grands services dans nos études paléophytologiques sur le Bassin de Valenciennes.

Localité : fosse Thiers (Mines d'Anzin).

Niveau : B^1 (zone moyenne de M. Zeiller).

2. Cf. Polypterospermum ornatum Kidtston sp. (3) (Pl. I, fig.2.)

Graine mesurant une longueur de 2 cm. nettement ailée ; le nombre des côtes a dû être d'au moins 6. Chaque aile a une largeur de 3 mm. vers l'équateur de la graine ; les ailes se détachent nettement à la base. La surface des graines est parcourue de rides transversales irrégulières.

---

(1) A. G. Nathorst. *op. cit.* 1914, p. 32.

(2) B. Renault et R. Zeiller. Etudes sur le terrain houiller de Commentry. *Bull. Soc. Ind. Min.*, 3ᵉ série, t. IV, IIᵉ livre, p. 649 ; pl. LXXII, fig. 53-55, 1890.

(3) R. Kidston. On the fossil flora of the Staffordshire coal fields, *Trans. Roy. Soc. Edinburgh*, vol. L. part. I, p. 158 ; pl. X, fig. 6, 7, 7a ; pl. XIV, fig. 5-9, 1914.

Remarques. — L'abbé Boulay qui a découvert ces graines en 1877 dans des schistes où abondait *Alethopteris Serli*, l'a déterminée *Polypterocarpus*. Par les ornements de sa surface cette graine ailée nous paraît voisine de l'espèce décrite récemment par M. R. Kidston du Westphalien du Staffordshire (Angleterre). M. N. Arber a décrit des graines qui offrent la même ornementation, et qui ont 12 côtes ; il n'est pas question d'ailes dans sa description, mais peut-être les *Radiospermum ornatum* Arber (1) sont-ils les *Polypterospermum ornatum* Kidston sp. dont les ailes ne sont pas conservées.

Localité : Vermelles, fosse N° 3, Mines de Béthune (Pas-de-Calais).

Niveau : Zone supérieure (C) de M. Zeiller.

3. **Hexapterospermum Modestæ** P. Bertrand (2) (Pl. 7, fig. 3.)

Graine hexaptère, à base large, s'atténuant au sommet; testa constitué de nombreux faisceaux fibreux longitudinaux ; par places, quelques fibres rayonnantes extérieures aux faisceaux longitudinaux sont visibles sur les ailes (fig. st.)

Longueur = 26 mm.

Largeur maxima mesurée vers l'équateur de la graine = 14 ^{mm}.

Localité : fosse N° 8, Mines de Nœux (Pas-de-Calais).

Niveau : sans doute B^3.

Remarques. Nous rapportons cette graine à l' *Hexapterospermum Modestæ*, bien que les ailes descendent davantage sous la base de la graine dans notre spécimen. Nous avons trouvé dans les mêmes schistes des amandes ligneuses entourées de débris d'ailes (pl. 7, fig. 4). L'une de ces empreintes nettement hexagonale offre à sa surface des traces de nervation névroptéroïdienne. On remarque à sa base une surface lisse (fig 5, c) excavée, comme celle que M. Arber a décrite et figurée chez le *Radiospermum elongatum* (3).

Dans la localité où nous avons recueilli ces graines, elles gisent en association avec le *Nevropteris gigantea* Sternberg, fait déjà constaté par M. P. Bertrand dans le gisement d'Aniche d'où proviennent les types de l'espèce (1).

---

(1) E. A. Newell Arber. A revision of the seed impressions of the British Coal Measures. *Ann. of. Botany*, vol. XXVIII, p. 102 ; pl. vii, fig. 38-41, 1914.

(2) P. Bertrand. Les fructifications de Névroptéridées recueillies dans le terrain houiller du Nord de la France. *Ann. Soc. Géol. du Nord*, t. XLII, p. 129-132 ; pl. vii, fig. 1, 2, 7 ; fig. 6 dans le texte, 1913.

(3) E. A. Newell Arber, *op. cit.* 1914, p. 101 ; pl. vii, fig. 42-43.

4. **Hexapterospermum Boulaiyi** nost. sp. (Pl. 7, fig. 17.)

Nous avons décrit sous ce nom des graines trouvées en association fréquente avec le *Linopteris sub-Brongniarti* Grand'Eury. Leur testa est très complexe. Les figures que nous en donnons montrent que la coque ligneuse était presque lisse, légèrement costulée ; cette coque était recouverte par une couche épaisse de fibres, constituant une enveloppe striée et plissée. D'autres spécimens ont démontré l'existence de fibres transversales rayonnantes se prolongeant dans les ailes. Il devait y avoir au moins 6 ailes principales. Les faisceaux fibreux sont accentués, parallèles dans leur trajet, s'anastomosent par places.

Localité : N° 3. Mines de Marles (Pas-de-Calais).

Remarque. — M. Grand'Eury a signalé dès 1904 des graines hexagones entre les feuilles accumulées du *Linopteris sub-Brongniarti* à Liévin (Pas-de-Calais). « Dans le Pas-de-Calais et à Saint-Etienne, les *Linopteris* remplissent certains schistes de leurs débris auxquels sont intimement mêlées des graines hexagones enveloppées d'une chemise striée... La graine à testa fibreux que la figure 17 représente est sans nul doute de même type que celles dont il est question dans les notes de M. Grand'Eury (2).

5. **Neurospermum** sp. (Pl. 7, fig. 6, 7, 8, 9.)

Graines ovoïdes ou subcylindriques (longueur = 1 à 1^{cm} 1/2), donc le testa est parcouru de nombreuses stries longitudinales très fines, indiquant le trajet parallèle de faisceaux fibreux. Ces graines sont symétriques par rapport à un axe, mais se présentent souvent aplaties dans les schistes. La base élargie, arrondie, est parcourue de stries irrégulières.

Localité : fosse Cuvinot, Mines d'Anzin (Nord).

Niveau : B^3.

Remarque. — Les graines dont il s'agit sont plus petites que les graines trouvées en connexion avec le *Nevropteris heterophylla* Brongt et signalés dès 1904 par M. Kidston et pour lesquelles M. Arber vient de proposer le nom de *Neurospermum Kidstoni* (1). L'espèce dont il est question est trouvée en association très étroite avec le *Nevropteris tenuifolia* Schloth.

---

(1) *Ann. Soc. Géol. du Nord*, t. XL, p. 291 ; pl. vi, 1911.

(2) C. Grand'Eury, *C. R. A. S.*, t. XXXIX, p. 26 et 784, 1904.
C. Grand'Eury, *Bull. Soc. de Sc. Nancy*, décembre 1909.

Dans les mêmes schistes signalons des empreintes d'organes plus fortement et régulièrement striés, peut-être analogues à ceux que M. Kidston a décrits sous le nom de *Whittleseya* (?) *fertilis* et qu'il considère comme des organes mâles de quelque *Gymnosperme* (2).

6. **Rhabdocarpus tunicatus** Gœppert et Berger (3) (Pl. I, fig. 10.)

Graine de grande taille, mesurant 40 mm. de longueur et 26 de largeur maxima, comptée à 10 mm. de la base ; testa orné de stries longitudinales accentuées.

Localité : Commentry.

Niveau : Stéphanien.

REMARQUE. — Nous représentons cette graine à la suite des *Neurospermum*. Elles nous paraissent voisines des graines du *Nevropteris heterophylla* Brongt. et peut-être des *Pachytesta* (4).

7. Genre **Radiospermum** Arber (5).

« Graines cylindriques ou ellipsoïdales, plus longues que larges, non ailées ; apex pourvu ou non d'encoches ou de lobes. Testa lisse, sans stries longitudinales ; les graines sont costulées ou non avec ou sans cupules. »

---

(1) R. Kidston. On the fructification of *Neuropteris heterophylla* Brongt. *Phil. Trans.*, Série B, vol. CXCVII, p. 1-5 ; pl. I, 1904.

— Les végétaux houillers recueillis dans le Hainaut belge. *Mem. Mus. Roy. Hist. Nat. Belgique*, t. IV, p. 70-73 ; fig. 8, 9, 10 dans le texte, 1909.

— *op. cit.* 1914, p. 106, 107 ; pl. VII, fig. 3-4 ; fig. 5 dans le texte.

(2) R. Kidston, *op. cit.* 1914, p. 166-169 ; pl. XV, fig. 1-10.

(3) Gœppert et Berger. De fructibus et seminibus... p. 21 ; pl. I, fig. 10 et 11, 1848.

— Grand'Eury, Flore carbonifère du département de la Loire, pl. XV, figures 12, 12'.

— B. Renault et R. Zeiller. Etudes sur le terrain houiller de Commentry, *Bull. Soc. Ind. Min.*, 3e série, t. IV, p. 638 ; pl. LXXII, fig. 19, 1890.

(4) Voir R. Kidston. On the fructification of *Neuropteris heterophylla* Brongt. *Phil. Trans. Roy. Soc. London*, série B, vol. CLIIIC, p. 4, note infrapaginale (4 1904.

(5) E. A. Newell Arber. A revision of the seed impressions... *Ann. of Botany*, vol. XXVIII, p. 92 ; pl. VII, fig. 31-43 et pl. VIII, fig. 44-46, 1914.

Ce genre *Radiospermum* comprend, entre autres, de petites graines du groupe des *Lagenostomales* (1), dont il est impossible de distinguer les différents genres (*Lagenostoma, Conostoma, Physostoma*) quand on n'a affaire qu'à des empreintes. Le genre *Radiospermum* de M. Arber comprend des graines d'apparence très différente ; aussi M. Nathorst vient-il de proposer le nom de genre *Lagenospermum* pour désigner ces petites graines fusiformes ou allongées, pourvues d'une cupule qui enveloppe toute la graine, ornées de côtes (parfois 6) longitudinales accentuées (2).

Au genre *Lagenospermum* se rapportent sans aucun doute des petites graines contenues dans des cupules dont certaines ont déjà été représentées et décrites dans la Revue.

Lagenospermum bivalve Gœppert et Berger sp. (3)

Petites graines ovoïdes, longues de $3^{mm},5$; coque munie d'une côte ou bourrelet médian et s'ouvrant en deux valves. Ces graines sont très voisines du *Lagenospermum perpusillum* Lesquereux, peut-être ne sont-elles qu'une forme de ce dernier (4) ; elles sont contenues dans des cupules longues de 7 à 8 mm., à 6 lobes aigus, ornés de fines stries longitudidales et de stries plus grossières ou granulations transversales (5).

Ces graines ont été trouvées plusieurs fois dans la zone C du Pas-de-Calais.

Lagenospermum sporites Weiss sp. (6) (Pl. 8, fig. 1.)

Graines plus petites que les précédentes, subarrondies ; testa lisse, brillant, offrant un réseau à mailles polygonales, souvent irrégulièrement bosselé ; quelques lignes indiqueraient des côtes.

---

(1) Oliver and Salisburg. On the structure and affinities of the palæozoïc seeds of the *Conostoma* group. *Ann. of Bot.*, vol. XXV, p. 1-50, iii pl., 1911.

(2) A. G. Nathorst. Zur fossilen Flora der Polarländer, T. I ; Lief. IV, p. 29, 1914

(3) Gœppert et Berger. De fructibus... p. 26 ; pl. ii, fig. 30-31, 1848.

(4) Voir à ce sujet : Kidston. Les végétaux houillers recueillis dans le Hainaut belge, p. 243, 244, 1909.

(5) *Revue gén. de bot.*, t. XXIII, p. 22 ; pl. xii, fig. 1-2.
— *Mém. Soc. Géol. du Nord*, t. VII, II, p. 390 ; pl. X, fig. 8-12, 1913.

(6) Cf. R. Zeiller. Flore fossile, Valenciennes, p. 652 ; pl. xciv, fig. 17, 1888.
A. Carpentier. *Mém. Soc. Geol. du Nord* ; t. VII, II, p. 391 ; pl. X, fig. 7.

Cupules plus petites que les précédentes, à lobes très aigus, au nombre de 4 ou 6.

Remarque. — De ces *Lagenospermum*, le *L. bivalve* a été trouvé en association étroite avec le *Sphenopteris obtusiloba* Brongt ; le *L. sporites* avec le *Sphenopteris nevropteroides* Boulay. On voit (pl. 8, fig. 2, s) des folioles réduites de ce dernier *Sphenopteris* à proximité d'un rachis qui porte les cupules.

Lagenospermum afl. **Kidstoni** Arber. (Pl. 7, fig. 11 à 14.)

Graines de forme ovoïde ou elliptiques, une extrémité est moins large ; longueur variant de 5 à 6 mm. ; ornées de 6 côtes saillantes. La surface offre de fines stries longitudinales et sous cette striation des ornements irréguliers en cheurons déterminent la formation d'une sorte de réseau.

Quand les petites graines sont aplaties, elles ressemblent parfaitement au *Lagenospermm Kidstoni* Arber sp. (1).

Localités : Ces graines sont fréquentes dans le houiller du Nord ; on les a trouvées à Rœulx (Mines d'Anzin), à Leforest (Mines de l'Escarpelle), à Vicq (Mines d'Anzin) etc.. etc...

Lagenospermum sp. (Pl. 7, fig. 15.)

Graines ovoïdes, extrémités nettement arrondies ; section transversale hexagonale ; longueur $4^{mm},5$; largeur $2^{mm},5$ à l'équateur de la graine. Le testa est orné de fines stries longitudinales.

Localité : Fosse de Rœulx, Mines d'Anzin.

Remarque. — Si cette graine constitue bien une espèce, nous proposons pour la désigner le nom de *Lag. hexagonale.*

Remarques générales sur les graines.

Le testa de plusieurs des graines examinées (*Hexapterospermum, Polypterospermum, Neurospermum*) est marqué de stries attribuées par MM. Kidston, Yongmanns, Arber et d'autres paléobotanistes à des faisceaux fibreux analogues à ceux qui parcourent les couches périphériques du sarcotesta des *Trigonocarpus*, du *Trigonocarpus Shorensis* Salisbury, par exemple (1).

---

(1) E. A. Newell Arber. On some new species of *Lagenostoma*, a type of Pteridospermous seed from the Coal Measures, *Proc. Roy. Soc.*, série B, vol. LXXVI, p. 247-251 ; pl. I, fig. 1-4 et pl. II, fig. 1-6, 1905.

Le testa de ces graines était très complexe et ressemblait à celui des *Cycadées* actuelles, telles que les études de M. Chamberlain sur le Dioon et le travail plus récent de Miss Kershaw sur le *Bowenia spectabilis* nous les ont fait connaître (2). L'étude du développement des ovules de *Bowenia* (3) a démontré que le tégument est à l'origine homogène et que c'est progressivement que se différencient les trois couches : couche externe charnue, couche pierreuse, couche interne charnue. Par la structure de leur testa, la disposition de leur chambre pollinique, par le mode d'innervation des ovules, les *Bowenia* offrent des affinités marquées avec le *Trigonocarpus Shorensis*, espèce très voisine des empreintes connues sous le nom de *Neurospermum*. Par contre les *Lagenostomales*, autres *Ptéridospermées* dont les petites graines étaient pour un temps contenues dans des cupules, auraient, d'après l'étude récente de Miss Kershaw, des rapports de parenté moins étroits avec les *Cycadées* actuelles (4).

II. MICROSPORANGES ET SPORANGES

1. Genres **Crossotheca** Zeiller, **Telangium** Benson, **Zeilleria** Kidston.

Depuis dix ans nous avons recueilli toute une collection de microsporanges, qui sont conservés au musée Boulay de la Faculté libre des Sciences de Lille. Les *Crossotheca* sont les plus fréquents, surtout le *Crossotheca Crepini* Zeiller, non rare dans la zone moyenne (B^3) et la zone C du houiller du Nord. Il est extraordinaire — et M. Grand'Eury a déjà noté ce fait — que certains *Sphenopteris* qui fructifient en *Crossotheca* ne sont jamais trouvés fertiles, dans certaines localités où ils abondent : tel le *Sphenopteris (Crossotheca) Hœninghausi* à la fosse Casimir-Périer des Mines d'Anzin ou à Vendinles-Béthune (Pas-de-Calais). Peut-être certaines de ces *Ptéridospermées* avaient-elles une multiplication végétative très intense. Les *Crossotheca Crepini* et *C. Sthatzlarensis* Stur sp. offrent fréquemment en connexion le feuillage stérile et les fructifications. Il n'en est pas de même pour les *Telangium*. Les inflorescences extrêmement délicates de ce genre sont la plupart du temps séparées du feuillage stérile. Comme les fructifications de genre *Zeilleria* terminent les lobes de certaines folioles de *Sphenopteris*, on a pu sûrement les rapporter au premier genre. Le *Sphenopteris (Zeilleria) Frenzli* Stur sp. vient d'être signalé pour la première fois dans le Westphalien du Nord ; le *Zeilleria avoldensis* Stur sp. n'est pas rare dans la zone supérieure du Pas-de-Calais.

---

(1) E. J. Salisbury. On the structure and relationships of *Trigonocarpus Shorensis* sp. nov. *Ann. of bot.*, vol. XXVIII, p. 65, 66, 1914.

(2) Ch. J. Chamberlain. The ovule and female gametophyte of *Dioon*. *Botanical Gazette*, vol. XLII, p. 321-359 ; pl. XIII-XV, 1906.

— E. M. Kershaw. Structure and development of the ovule of Bowenia *spectabilis*. *Ann. of bot.*, vol. XXVI, p. 625-646 ; pl. LXI, 1912.

(3) E. M. Kershaw. Structure and development of the ovule of Bowenia *spectabilis*. *Ann. of botany*, vol. XXVI, p. 625-646; pl. LXI, 1912.

(4) E. M. Kershaw, *ibid.* p. 642-645.

1. Genre **Crossotheca** Zeiller (1).

Les microsporanges naissent isolément à la face inférieure d'un disque épais de nature foliolaire ; ils sont libres les uns des autres à leur base, sont d'abord couchés à la surface du disque, de telle sorte que leur apex est tourné vers le centre du disque. A maturité, ils s'étalent et pendent comme les franges d'une épaulette à la marge du disque ; celui-ci vu par la face supérieure offre de petits mamelons arrondis correspondant chacun à un microsporange ; les microsporanges sont biloculaires.

Remarques. — 1. L'un de nous a représenté sous le nom de *Potoniea adiantiformis* Zeiller, des organes ayant la forme de folioles cycloptéroïdes de certains *Nevropteris*, organes épais, finement striés sur une face et portant sur leur face opposée des sporanges ou microsporanges (2). Ces microsporanges sont allongés comme ceux des genres *Crossotheca* et *Telangium*, offrent une ligne médiane correspondant peut-être à la ligne de séparation de deux loges (pl. 7, fig. 4, c). Les microsporanges couvraient la surface du limbe ; certains ont leur apex dirigé vers le centre du limbe, à maturité les microsporanges de situation marginale s'étalaient à la marge du limbe; ces organes ne paraissent pas avoir été groupés. Il semble bien qu'on ait affaire à de grands *Crossotheca*. Nous proposons de les désigner sous le nom de *Crossotheca* (?) *gigantea* n. sp. en attendant que la découverte de connexions permettent de les rapporter sûrement aux *Ptéridospermées* qui les portaient.

---

(1) R Zeiller. *Ann. Soc. Nat.*, 6e série, Bot., XVI, p. 180, 1883.
— Flore fossile, Valenciennes, p. 33, 1888.
R. Kidston. On the microsporangia of the Pteridospermeæ... *Phil. Trans. Roy. Soc. London*, série B, volume CIIC, p. 413-445; pl. 25-28; surtout p. 424, 1906.

(2) A. Carpentier. *Rev. gén. de bot.*, t. XXIII, pl xvii, 1911.
— *Mém. Soç. Géol. du Nord*, t. VII, II ; pl. x, 1, 2, 3, 1913.

2. Genre **Telangium** Benson (1) (Pl. 8, fig. 5.)

Les microsporanges sont unis à la base, ils sont situés à l'extrémité et dans le prolongement d'un fin pédicelle ; le limbe qui les produisait nous semble avoir été réduit à un coussinet basilaire et à une mince pellicule striée, d'origine épidermique qui recouvre les jeunes microsporanges (pl. 8, fig. 5, s). Nous n'avons pas de disque épais comme dans le genre *Crossotheca*, et, même dans le jeune âge, les microsporanges prolongent le coussinet comme les doigts de la main. M. Nathorst donne comme possible la présence de deux loges par microsporange (1) ; le fait ressort nettement de l'examen des microsporanges représentés à un fort grossissement (pl. 8, fig. 5, 1).

Les microsporanges de genre *Telangium* étaient suspendus à de très fins pédicelles, aussi les inflorescences sont-elles d'ordinaire recueillies à l'état fragmentaire dans les schistes houillers ; de plus les frondes, dans leur portion fertile, semblent bien avoir été beaucoup plus modifiées que les frondes qui portaient les fructifications de genre *Crossotheca*.

Genre **Zeilleria** Kidston (2). (Pl. 9, fig. 1 à 5.)

Le genre *Zeilleria* (si l'on entend par là des microsporanges) est très voisin du genre *Telangium*. Le pédicelle qui porte les fructifications est un lobe ou lobule atténué à son extrémité, lobe ou lobule d'une foliole à limbe réduit, mais conservé. A l'extrémité de ce lobe transformé en pédicelle les microsporanges sont groupés par 4 (peut-être par 5) dans le *Zeilleria Frenzli* Stur sp., par 4 ou 6 dans le *Zeilleria avoldensis* Stur sp. La nervure médiane du pédicelle se termine au centre de ce groupe de microsporanges. Avant la maturité, les microsporanges sont accolés (fig. 3 et 4) et constituent une sorte de petite capsule entière en apparence ; à maturité ils se séparent (fig. 2, 5) et se déploient. Jusqu'à présent nous n'y avons pas reconnu de ligne médiane, indiquant leur constitution uni ou pluriloculaire.

---

(1) *Ann. of bot.*, vol. XVIII, 1904.

(2) R. Kidston. *Quart. Jour. Géol. Soc.*, vol. XL, p. 590; pl. xxv.

Remarque. — M. Kidston a récemment décrit sous le nom de *Zeilleria* (1) de petites cupules quadrivalves qui ont dû renfermer une graine. Il semble cependant que les organes sur lesquels a été fondé le genre *Zeilleria (Z. delicatula)* soient des microsporanges. On pourra peut-être employer utilement pour désigner les cupules le terme *Lagenospermum* proposé par M. Nathorst.

Nous avons pu constater sur certain spécimen de *Zeilleria avoldensis* que les microsporanges sont parfois au nombre de 6, que certains se développent plus que d'autres, que leur paroi était épaisse.

2. Genre **Dactylotheca** Zeiller (2). (Pl. 9, fig. 6 et 7.)

« Sporanges ovoïdes, effilés en pointe vers le sommet, fixés sur les nervures secondaires à peu de distance de l'origine de chacun d'elles ». (3) Ces sporanges n'ont été observés jusqu'ici que sur des *Pecopteris ;* ils ont été longtemps considérés comme des sporanges de *Marattiacées ;* M. R. Kidston d'après des investigations récentes est porté « à conjecturer que les sporanges de *Dactylotheca* peuvent plus probablement être les microsporanges d'un *Ptéridosperme* (4). »

Pecopteris (Dactylotheca) plumosa Art. sp.

Le *Pecopteris* dont il s'agit est une forme du *Pecopteris dentata* Brongt dont il diffère par ses frondes et folioles plus grêles.

Les sporanges sont allongés, ont une base arrondie, un apex aigu. Ils sont disposés d'ordinaire en deux séries à la surface des folioles et non en pattes d'oie (disposition qui a valu la désignation du genre).

Le réseau superficiel des sporanges se présente sous deux aspects. Certains sporanges offrent un réseau à mailles homogènes sur toute leur surface. Les folioles qui les portent sont en forme de toit, la ligne de faîte étant constituée par la nervure médiane de chaque

(1) R. Kidston. *op. cit.* 1909, p. 45.
— On the fossil flora... 1914, p. 92; pl. vii, fig. 5, 5 a, 5 b.

(2) R. Zeiller. *Ann. Sc. Nat.*, 6e série, Bot. XVI, p. 184, 1883.

(3) R. Zeiller. Flore fossile, Bassin de Valenciennes, p. 30, 1888.

(4) R. Kidston. *op. cit*, 1909, p. 57.

foliole. On a affaire à l'empreinte de la face ventrale des sporanges.

D'autres sporanges offrent toujours sur la partie basilaire une pellicule charbonneuse où se détache en relief un réseau à mailles accentuées. Ce réseau se présente avec l'aspect de certaines structures qui ont été interprétées parfois comme des anneaux ou plaques sporangioles. Mais dans le cas qui nous occupe, on voit nettement que les cellules à paroi épaisse sont à la base des sporanges, dont la paroi devait compter plusieurs assises.

3. Sporanges du genre **Oligocarpia** Gœppert. (Pl. 9, fig. 8, 9.)

« Sporanges pyriformes, attachés, au nombre de 3 à 10, par leur extrémité la plus étroite, au sommet des nervures fertiles et étalés en rosace sur le limbe, formant un sore circulaire ou quelquefois hémisphérique, quelques sporanges étant alors dressés au centre du groupe. Ces sporanges sont munis d'un anneau transversal complet, à un seul rang de cellules, visible seulement d'ordinaire sur le contour externe des sporanges opposé au centre du sore et se refermant au-dessous » (1).

Les *Oligocarpia* ont été trouvés sur des *Fougères* du type pécoptéroïde ou sphénoptéroïde. La question de l'anneau des *Oligocarpia* a été des plus discutées parmi les paléobotanistes. MM. Zeiller et Scott admettent l'existence d'un anneau transversal complet. D'autre part, D. Stur, A. Schenk, M. de Solms-Laubach considèrent les sporanges comme exannelés. Enfin M. Kidston a récemment émis une troisième opinion : l'anneau existe, mais constitué par plusieurs rangées des cellules qui forment une bande subapicale « allongée transversalement, entourant partiellement la partie supérieure du sporange ; les extrémités de cette bande sont courbées vers le bas, mais ne descendent pas au-delà de son milieu... » La ligne de déhiscence est marquée par une bande médiane de cellules étroites et allongées (2).

Nous donnons ici quelques sporanges d'*Oligocarpia* très bien conservés et photographiés sans aucune retouche. On y observe la différence très nette entre les cellules externes épaissies et les cellules

---

(1 R. Zeiller. Flore fossile, Valenciennes, p. 53.

(2) R. Kidston. *Op. cit.* 1909, p. 35.

— Bower. Studies on the phylogeny of the Filicales. *Ann. of bot*, vol. XXVI, p. 315, 1912.

internes de la paroi sporangiale ; on distingue parfaitement la ligne de déhiscence ; les cellules épaissies constituent plusieurs rangées, mais les cellules les plus voisines de l'apex nous paraissent bien plus allongées que les autres, spécialement à l'opposé de la ligne de déhiscence.

Nous retenons la conclusion de M. Bower qui a examiné les *Oligocarpia,* sur l'étude desquels M. Kidston a fondé son opinion « Que les sporanges aient ou non le même type d'anneau que les *Gleicheniacées,* le caractère des sores d'*Oligocarpia* suggère du moins la présence de formes ancestrales... Il n'y a pas de doute que les sporanges possédaient une déhiscence médiane... il y a cependant lieu de penser que l'anneau de ces types anciens ne consistait pas en une simple rangée de cellules... » (1)

---

(1) Bower. *Op. cit.* 1912. p. 315.

EXPLICATION DES PLANCHES

Planche 7

Fig. 1. — *Hexagonocarpus Chailleti* n. sp. ; 2 graines ; gross. 2/1.
Localité : fosse Thiers. Mines d'Anzin (Nord).

Fig. 2. — Cf. *Polypterospermum ornatum* Kidston ; 1 graine; a, pinnule d'*Alethopteris Serli;* gross. 2/1.
Localité : fosse N° 3, Vermelles. Mines de Béthune (Pas-de-Calais).

Fig. 3. — *Hexapterospermum Modestæ* P. Bertrand ; 1 graine ; *st*, stries rayonnantes ; gros. 2/1.
Localité : fosse N° 8. Mines de Nœux (Pas-de-Calais).

Fig. 4. Localité. Gross. à peine 2/1. Amande ligneuse.

Fig. 5. — Localité. Gross. 2/1. Amande d'une graine ; *c*, surface excavée lisse, à la base de la graine.

Fig. 6, 7, 8, 9. — *Neurospermum* sp. Empreintes de graines striées ; *n*, *Nevropteris tenuifolia* Schloth. ; gros. 2/1 environ.
Localité : Fosse Cuvinot. Mines d'Anzin (Nord).

Fig. 10. — *Rhabdocarpus tunicatus* Gœpp. et Berger ; 1 graine, gross. 11/8.
Localité : Commentry. Niveau : Stéphanien.

Fig. 11, 12, 13, 14. — *Lagenospermum* aff. *Kidstoni* Arber.

Fig. 11. — Localité : Fosse de Rœulx. Mines d'Anzin (Nord) ; gross. 8/5.

Fig. 12. — Localité : Fosse Cuvinot. Mines d'Anzin (Nord) ; gross. 3/1.

Fig. 13. — Localité : Leforest. Mines de l'Escarpelle (Nord) ; Gross. 4/1.

Fig. 14 — Localité : Fosse de Rœulx. Mines d'Anzin (Nord) ; Gross. 3/1.

Fig. 15. — *Lagenospermum* sp. ; *s*, graine à section transversale hexagonale gross. 6/1. Localité : Fosse de Rœulx.

Fig. 16. — *Lagenospermum ;* gross. 2/1. Localité : Fosse de Rœulx.

Fig. 17. — *Hexapterospermum Boulayi* n. sp. ; 2 graines ; à gauche, une graine à testa strié ; à droite, une graine à coque lisse ; gross. 2/1.
Localité : Fosse N° 3. Mines de Marles (Pas-de-Calais)

PLANCHE 8

Fig. 1. — *Lagenospermum perpusillum* Lesquereux sp ; 1 graine, gross. 15/1 ; *r*, réseau hexagonal à la base.
Localité : Mines de Crespin (Nord).

Fig. 2. — *Lagenospermum sporites* Weiss. sp. ; *g*. graine dans sa cupule ; *c*. cupule isolée ; *s*, *Sphenopteris nevropteroides* Boulay. Gross. 3/1.
Localité : Fosse N° 9. Mines de Béthune (Pas-de-Calais).

Fig. 3. — *Lagenospermum sporites*, graines dans leur cupule ; gros. presque 4/1.
Localité : fosse N° 9. Mines de Béthune (Pas-de-Calais).

Fig. 4. — *Crossotheca (?) gigantea* n. sp. ; fragment de foliole fertile, montrant les microsporanges à réseau superficiel très net ; *l*, ligne de séparation des loges. Gross. 35/2.
Localité : Fosse N° 6. Mines de Nœux (Pas de-Calais).

Fig. 5. — *Telangium nutans* nostr. sp. ; groupes de microsporanges ; *f*, filets très grêles ; *l*, ligne de séparation des 2 loges ; *s*, surface striée de nature foliaire (?). Gross. 25/2.
Localité : Fosse N° 6. Mines de Nœux (Pas-de-Calais).

PLANCHE 9

Fig. 1. — *Zeilleria avoldensis*. Stur sp. Portion de fronde fertile, gross. à peu près 3/1 ; *c*, groupe de microsporanges vu par la base.
Localité : Fosse N° 3. Mines de Marles (Pas-de-Calais).

Fig. 2. — *Zeilleria avoldensis*. 1 lobe terminé par un groupe de microsporanges, *m*. Gross. 10/1.
Localité : Fosse N° 3. Mines de Marles (Pas-de-Calais).

Fig. 3. — *Zeilleria Frenzli* Stur sp. Lobes terminés par un groupe de microsporanges. Gross. 18/1.
Localité : Fosse N° 8. Mines de Béthune (Pas-de-Calais).

Fig. 4. — *Zeilleria Frenzli*. Gross. 14/1.

Fig. 5. — *Zeilleria Frenzli*. Gross. 14/1.

Fig. 6. — *Pecopteris (Dactylotheca) plumosa* Art. Portion de fronde fertile. Grossissement 3/1.
Localité : Fosse Cuvinot. Mines d'Anzin.

Fig. 7. — *Pecopteris (Dactylotheca) plumosa* Art. Pinnules portant des sporanges à réseau bien visible, *r*. Gross. 20/1.
Localité : Fosse Cuvinot. Mines d'Anzin.

Fig. 8. — *Oligocarpia Brongniarti* Stur. ; sores. Gross. à peu près 17/1. *v*, cellules de la face ventrale des sporanges.
Localité : Fosse N° 3. Mines de Marles (Pas-de-Calais).

Fig. 9. — *Oligocarpia Brongniarti* Stur, plus grossi ; *a*, anneau : cellules allongées, épaissies.

SUR LES CAUSES
QUI DÉTERMINENT
LA FORME DES ARBRES

(suite)

par **M. Paul JACCARD.**

Action corrélative de la couronne et des racines.

Rappelons tout d'abord que la marche de la nutrition dans une plante vasculaire quelconque, mais tout particulièrement chez les arbres, est en rapport étroit avec le développement respectif de la couronne feuillée et du système radiculaire. Tout changement des conditions de croissance capable d'influer sur le développement de l'un de ces organes retentit sur l'accroissement de l'autre et vice versa.

Il existe en effet entre ces deux appareils végétatifs opposés une double corrélation : le développement de la couronne, organe de *transpiration*, détermine chez les racines, organes d'*absorption* de l'eau, un accroissement correspondant. Cet accroissement n'est possible que grâce aux substances élaborées fournies par la couronne, organe de *production*, aux racines, organes de *consommation*.

Il s'établit ainsi, entre ces deux pôles de l'activité végétale, un état d'équilibre qui supporte, il est vrai, d'être momentanément troublé, lorsque la plante contient d'abondantes réserves d'eau et de substances organiques, mais qui, dans les conditions habituelles de croissance, se maintient relativement constant.

Cet état d'équilibre n'implique d'ailleurs nullement, entre la couronne et les racines, une *égalité* de volume, mais bien le maintien entre ces deux appareils d'une certaine *proportionalité,* d'ailleurs variable d'une espèce à l'autre.

Malgré les différences de degré qu'on observe à cet égard, on peut dire que, d'une façon toute générale, chaque augmentation de la couronne entraîne une extension du système radiculaire, et qu'inversement, tout ce qui favorise le développement des racines retentit sur l'activité de la couronne. L'ensemble de toutes les portions de la racine en voie de croissance constituant autant de « points d'appel de sève », plus leur croissance sera vigoureuse, plus considérable aussi sera le courant de substances élaborées qui, de la portion feuillée, se dirigera le long du tronc vers les organes souterrains.

Ceci posé, voyons de quelle manière l'accroissement en épaisseur du fût est influencé par les variations de développement de la couronne considérée comme appareil assimilateur et transpiratoire. Parmi les nombreuses modalités possibles du développement des épicéas et des sapins, — nous n'envisageons pour le moment que ces deux espèces pour nous en tenir à un type morphologique bien défini, — retenons-en deux seulement : 1) le développement à découvert, en sol profond, permettant à la couronne, éclairée également sur toute sa surface, de s'accroître symétriquement tout autour du tronc en restant active jusqu'aux branches inférieures rapprochées du sol.

2) La croissance en massif serré entravant l'accès de la lumière vers les branches inférieures, ce qui détermine une rapide réduction de la couronne en hauteur accompagnée d'une dénudation progressive du fût.

Entre ces deux cas extrêmes se rangent de nombreux types intermédiaires correspondant aux conditions d'éclairage résultant de la taille et de la densité plus ou moins grandes des arbres voisins, conditions que les éclaircies forestières peuvent faire varier à volonté.

A ces deux types de développement correspondent deux modes d'accroissement en épaisseur du tronc : dans le premier cas, caractérisé par une couronne très longue et un tronc nu relativement court, l'épaisseur des couches annuelles augmente de la base de la couronne au niveau du sol ; dans le second cas, couronne relativement courte, portée par un tronc dénudé jusqu'à 10 ou 20 mètres au-dessus du sol, l'épaisseur des couches annuelles augmente au contraire, à partir d'une hauteur de 2 à 8 mètres (1) de la base au sommet du fût, ce qui se traduit par ce que les forestiers appellent la *plénitude* du tronc.

Pour expliquer cette différence essentielle dans la marche de l'accroissement en épaisseur, A. Metzger, dans un mémoire devenu classique (2) et dont les conclusions sont généralement adoptées, voit dans la forme du tronc le résultat d'une longue adaptation vis-à-vis des efforts de flexion auxquels la tige des arbres se trouve soumise de la part du vent agissant sur la couronne. Pour Metzger, les variations d'épaisseur des couches annuelles aux divers niveaux du tronc sont, en chaque point, déterminées par des exigences mécaniques, et cela de telle manière que le tronc des arbres *conserve dans tout le cours de son développement le caractère d'un fût d'égale résistance vis-à-vis de l'action du vent.*

Par des considérations très suggestives et par de nombreux calculs, Metzger donne à sa démonstration une apparence de précision rigoureuse et la lecture du mémoire déjà cité ainsi que celle de divers autres publiés sur cette question (3) laisse l'impression que les conclusions auxquelles l'auteur arrive sont irréfutables, et que la forme du tronc, celle de la tige ramifiée et celle des branches, est exactement celle que la statique exige pour permettre à l'arbre de résister à l'action mécanique du vent et de la pesanteur *avec le minimum de matériel.*

II. — CRITIQUE DE LA THÉORIE MÉCANIQUE BASÉE SUR LE PRINCIPE DU MAXIMUM DE SOLIDITÉ OBTENU AVEC LE MINIMUM DE MATÉRIEL.

Cette notion du maximum de résistance obtenu *avec le minimum de matériel* est en réalité le pivot de toutes les théories mécaniques de la structure des plantes ; à cet égard Metzger s'inspire visiblement de Schwendener, il en est de même d'Ursprung et de plusieurs autres auteurs de mémoires publiés sur les causes de l'accroissement excentrique des arbres.

---

(1) Parfois davantage dans des exemplaires géants.

(2) Der Wind als massgebender Faktor für das Wachstum der Baüme. *Mündener forstliche Hefte* Berlin 1893. 3, p. 35 à 86.

(3) Entre autres : Ueber das Konstructionsprinzip des secundären Holzkœrpers *Naturw. Zeitschrift. für Forst-und Landw.* 1903, p. 249-273.

Tous ces botanistes se placent résolument sur le terrain darwiniste (1), envisageant toutes les particularités de la forme et des organes végétaux au point de vue téléologique ; les considérant comme le résultat direct de la sélection naturelle de variations utiles à l'espèce conduisant dans chaque cas à la forme le mieux *adaptée* aux conditions du milieu. Cette manière de voir a le défaut de ne rien expliquer du tout et d'être, au point de vue physiologique, parfaitement stérile (2).

La théorie de Metzger aurait certainement moins de vogue si les belles études de R. Hartig sur l'action morphogène due à la pression du vent et à la pesanteur (3) n'avaient paru lui donner une base physiologique solide.

En précisant, par de nombreuses expériences, l'influence que les tensions et compressions naturelles exercent sur la structure de la tige et des branches des Conifères, en montrant que la compression longitudinale due au vent provoque chez les cellules de cambium et chez les trachéides qui en proviennent, une réaction identique à celle résultant de l'action de la pesanteur (4), réaction conduisant dans les deux cas à la formation de bois rouge ; en établissant enfin et surtout l'influence accélératrice de la compression longitudinale sur l'accroissement en épaisseur des organes comprimés, R. Hartig fournissait à la théorie mécanique de la forme des arbres son point d'appui le plus solide. Néanmoins, et ceci vaut d'être relevé, ce distingué botaniste a cherché à expliquer les variations de l'accroissement en épaisseur des arbres, non par des raisons mécaniques, mais par des variations d'activité nutritive (1) sans d'ailleurs aborder le problème de la forme tel que nous l'envisageons dans ce travail.

---

(1) Voir en particulier : A. Metzger. « Form und Wachstum der Waldbäume im Lichte der darwinische Lehre ». *Allgem. Jagd-und Forstzeitung* 1896, p. 224. et A. Ursprung. « Die Erklärungsversuche des exzentrischen Dickenwachstums, *Biologisches Centralblatt* 1906, Bd. XXVII. p. 257-272.

(2) Elle conduit même à des absurdités manifestes, telles que celle qui consiste, comme le fait Metzger dans « *Ueber das Constructionsprinzip des secundären Holzes* » 1908, p. 261-270, à démontrer par le calcul qu'il est conforme aux exigences mécaniques que le bois d'automne, représentant le tissu le plus résistant, se trouve distribué à la partie extérieure de chaque couche d'accroissement parce qu'ainsi se trouve réalisé le maximum de solidité avec le minimum de matériel. Il est pourtant bien évident que cette distribution particulière du bois d'automne est déterminée avant tout par les variations saisonières de l'activité nutritive des arbres.

(3) Voir à ce propos dans R. Hartig. « *Holzuntersuchungen* » Berlin 1901. Der Einfluss von Schwerkraft, Druck und Zug auf den Bau des Fichtenholzes, und die Gestalt der Fichte.

(4) Hartig, il est vrai, à la suite d'une expérience que je crois susceptible d'une autre interprétation et sur laquelle je reviendrai dans un prochain travail, infirme ce résultat essentiel de ses premières recherches en admettant que la pesanteur exerce une action morphogénique spécifique distincte de celle du vent et en rapport avec la direction verticale.

Quelque séduisante que soit la théorie finaliste représentant le tronc des arbres comme un fût d'égale résistance créé par le jeu de la sélection naturelle *de façon à assurer aux branches et aux racines avec le minimum de matériel leur maximum de développement* (Voir Metzger : Der Wind, etc. p. 71), j'ai montré, dans mon premier mémoire (2), que cette manière de voir est infirmée par de nombreux faits.

Une étude comparative de l'accroissement du tronc des arbres durant tout le cours de leur développement montre que, loin de travailler avec économie, la plupart des grands végétaux ligneux sont des thésauriseurs, accumulant dans leurs troncs une quantité de substance ligneuse bien supérieure à celle qu'exige leur solidité.

La preuve la plus manifeste qu'un grand arbre ne travaille pas économiquement, c'est que, seul le contenu des rayons médullaires des dernières couches d'accroissement est utilisé chaque année pour la formation des nouveaux organes et, périodiquement, à intervalles plus grands, pour la formation des graines et des fruits. (Voir à ce propos R. Hartig : Einfluss der Samenproduktion. *loc. cit.*, p. 24.)

La plus grande partie des réserves hydrocarbonées emmagasinées dans les couches plus profondes reste sans profit pour la plante, apparemment parce qu'une pénétration insuffisante de l'oxygène libre à l'intérieur du bois empêche le jeu des actions solubilisantes qui leur permettraient d'être utilisées par les pousses annuelles. Je sais bien que les finalistes prétendent que ces réserves persistent à l'intérieur du tronc afin d'assurer par leur transformation chimique en tannoïdes et en résines la conservation du bois, mais l'existence de nombreux individus géants de platanes, de châtaigniers, de chênes, de tilleuls ou de noyers dont les troncs sont creux et qui ne s'en portent pas plus mal pour cela, prouve clairement que le bois de cœur ne joue dans la vie de l'arbre, tant au point de vue *mécanique* qu'au point de vue *physiologique*, qu'un rôle de second ordre.

---

(1) On trouvera dans *Holzuntersuchungen. Altes und Neues.* Berlin, 1901, un résumé des principaux travaux de R. Hartig en particulier un aperçu de sa « Théorie de la nutrition des arbres forestiers ».

(2) Eine neue Auffassung etc. p. 245-260.

Absence de parallélisme entre l'action mécanique du vent sur les arbres et la résistance qu'ils présentent ou la forme qu'ils réalisent.

Il n'est pas davantage conforme aux résultats de l'observation et de l'expérience, d'admettre que l'action mécanique irrégulière et discontinue du vent puisse déterminer la forme du fût chez un arbre à *croissance* concentrique.

Remarquons tout d'abord que l'action mécanique exercée par le vent varie notablement avec l'âge et les dimensions des arbres. Tandis qu'il peut atteindre 150 à 200 kgr. par cm^2 vers la base du tronc d'un jeune épicéa, le travail à la flexion produit par un fort vent n'est plus que de quelques kgr. par cm^2 à la base du tronc de grands arbres mesurant 1 à 2 mètres de diamètre (1).

Un vent faible ou moyen, — et ce sont les seuls qui par leur fréquence puissent entrer en ligne de compte et influer sur la croissance du tronc — qui exercerait une compression longitudinale de 200 kgr. par cm^2 sur une tige de faible diamètre n'exercera donc plus qu'une action extrêmement réduite et quasiment nulle sur le tronc d'un gros arbre.

Ceci résulte de ce que l'épaississement du tronc entraîne une augmentation du moment de résistance (W) plus rapide que celle du moment de flexion (M) de sorte que l'effort fléchissant calculé d'après la formule $\frac{M}{W}$ va en diminuant avec l'âge et le diamètre du tronc, et cela tout particulièrement chez les individus croissant isolément.

Si donc l'on accorde à l'action mécanique du vent une influence morphogène sur la croissance normale et symétrique du tronc des arbres (2), il faudrait admettre que cette influence est tout à fait indépendante de l'*intensité* du facteur qui la produit et qu'elle varie avec l'âge de l'individu!

---

(1) Eine neue Auffasung. *loc. cit.* p. 257-258.

(2) Comme je l'ai fait remarquer ailleurs (Eine neue Auffassung über die Ursachen etc. p. 260), l'influence d'un vent violent presque continu (vent de mer sur le rivages, vents des vallées) conduisant à des déformations unilatérales (Windformen) s'explique davantage en définitive par l'*action physiologique* sur la transpiration et l'assimilation des organes verts que par son *effet mécanique*.

Mais il y a plus, le calcul direct montre, — ce que le manque de concordance entre les cubes des diamètres d^3 et la ligne D^3 (voir plus haut) permet déjà de prévoir, — que la valeur des efforts de flexion correspondant à une force fléchissante donnée agissant sur le centre de gravité de la couronne, varie suivant le niveau du tronc que l'on envisage. En d'autres termes, la résistance à la flexion diffère d'un point à un autre du tronc; elle présente régulièrement un minimum dont la position varie avec les conditions de croissance et le développement relatif de la couronne et du tronc, minimum à partir duquel sa valeur augmente à la fois vers la base et vers la portion supérieure du fût. *Celui-ci ne saurait donc être considéré comme un fût d'égale résistance,* bien que ce caractère puisse, il est vrai, se manifester parfois sur une certaine longueur ainsi que nous le verrons plus loin.

Variations de solidité du fût de l'épicéa à ses divers niveaux.

A titre d'exemple voici la répartition du travail à la flexion (β) auquel serait soumis le tronc de l'épicéa n° 1 de la forêt d'Opplingen, mentionné dans la tabelle n° 2, en admettant qu'un vent de 15 à 16 mètres par seconde détermine sur sa couronne, dont la section longitudinale médiane mesure 130 m^2 environ, une pression totale de 2000 kgr. et en supposant que cette force fléchissante agisse au centre de gravité de la couronne placé à 23 mètres au-dessus du sol. La hauteur totale de l'arbre étant de 38 mètres et celle du fût dénudé de 15 mètres, la valeur de β serait :

à 15 m.	du sol	160	kg par cm^2	à 7 m.	du sol	200	kg par cm^2
à 13 m.	—	166	—	à 5 m.	—	180	—
à 11 m.	—	184	—	à 3 m.	—	159	—
à 9 m.	—	198	—	à 1 m.	—	106	—

Comme on le voit, le minimum de résistance, autrement dit le point où le travail à la flexion sera le plus fort se trouve à 7 mètres au-dessus du sol avec la valeur $\beta = 200$ kgr. par cm^2; à partir de ce niveau, la résistance augmente à la fois vers le haut et vers le bas du fût où elle atteint à peu près le double de sa valeur minimum.

Pour *Picea* I. D les valeurs de β calculées pour une force fléchissante de *50 kgr.* agissant au centre de gravité de la couronne place à 15 mètres du sol, seraient les suivantes :

à 0,65 m. du sol.	130	kg par cm²	à 4,50 m. du sol.	164	kg par cm²
à 1,00 m. —	140	—	à 7,50 m. —	163	—
à 2,00 m. —	155	—	à 9,50 m. —	158	—
à 3,00 m. —	156	-	à 12,2 m. —	130	—

La diminution notable du travail à la flexion vers la base du tronc mise en évidence par les chiffres ci-dessus constitue certainement une des fortes objections qu'on puisse opposer à la théorie mécanique de Metzger.

Il en résulte que la compression longitudinale provoquée sur l'un des côtés de la tige par l'action du vent sur la couronne feuillée doit aller en s'affaiblissant à mesure que la base du tronc s'épaissit, et que son diamètre diffère davantage de celui des portions voisines. Si donc les compressions longitudinales provoquées le long du tronc par les mouvements pendulaires de la couronne réglaient en chaque point l'intensité de la croissance en épaisseur du tronc, cet accroissement devrait, à égalité de couronne, être plus actif vers la base d'un tronc dénudé jusqu'à 10 ou 20 mètres au-dessus du sol que chez celui dont la couronne est proche du sol, or c'est l'inverse que l'on observe; dans le premier cas, l'épaisissement le plus fort se manifeste vers le sommet du fût, dans le second cas, vers la base.

Absence de parallélisme entre l'élargissement basilaire du tronc et l'effort de flexion dû au vent.

En réalité, comme le montrent les chiffres suivants, l'accroissement de diamètre que l'on constate entre 3 mètres et $0^{m},65$ du sol chez les arbres d'un même massif, ayant le même âge et sensiblement la même hauteur ne présente aucun parallélisme ni avec les dimensions de la couronne ni avec la hauteur de son centre de gravité, ce que l'on devrait observer pourtant si le renforcement de la base du tronc était déterminé par l'action du vent sur la couronne.

ABRÉVIATIONS ET REMARQUES CONCERNANT LE TABLEAU N° 5.

H. Hauteur totale de l'arbre.
Cl. Longueur de la couronne.
Cd. Son diamètre maximum moyen.

TABLEAU N° 5

ACCROISSEMENTS EN DIAMÈTRE DE LA BASE DU TRONC ENTRE 3 M. ET 0,65 M. AU-DESSUS DU SOL ET VALEURS CORRESPONDANTES DU TRAVAIL A LA FLEXION PRODUIT PAR LE VENT.

	Nos	H.	Cl.	Cd.	F.	S.	d à 3 m.	Δ	β à 3 m. en Kg. p. cm²
Picea excelsa de Rosen.	1	33,2 m	12,2 m	5,5 m	33,5 m²	25,1 m	39,0 cm	**26 %**	**127** Kgr. p. cm²
	2	33,4	13,2	4,7	31,0	24,6	35,8	**32 %**	**149** —
	3	34,6	14,0	5,1	35,7	25,3	35,5	**34 %**	**185** —
	4	33,2	12,8	5,0	32,0	24,7	33,4	**14 %**	**193** —
	5	33,2	16,2	4,0	32,4	24,4	33,2	**22 %**	**193** —
	6	33,2	10,8	4,4	33,7	26,0	31,4	**31 %**	**255** —
	7	33,6	10,7	3,9	23,0	26,5	30,0	**22 %**	**204** —
Picea excelsa de Opplingen.	1	38,0 m	22,8 m	8,5 m	97 m²	22,8 m	65,9 cm	**45 %**	**69** Kgr. p. cm²
	2	38,4	17,3	9,7	84	26,0	53,8	**40 %**	**126** —
	3	37,8	21,2	6,5	69	23,7	48,2	**35 %**	**130** —
Abies alba de Opplingen.	1	40,0 m	16,6 m	7,8 m	65 m²	28,9 m	60,0 cm	**35 %**	**80** Kgr. p. cm²
	3	40,0	22,0	12,1	133	25,3	71,4	**40 %**	**83** —
	5	40,4	27,0	8,3	113	22,4	70,2	**23 %**	**67** —
	6	38,6	27,8	8,1	113	20,1	37,2	**30 %**	**64** —

F. Surface de la section médiane de la couronne, soit 1/2 Cl × Cd, considérée comme *surface d'application du vent.*

S. Centre de gravité de la couronne calculé à 1/3 de Cl.

d à 3 m = Diamètre du tronc à 3 m. au-dessus du sol.

Δ. Accroissement du diamètre du tronc de 3 m. à $0^{m},65$ au-dessus du sol en °/₀ du diamètre à 3 m.

β. *effort de flexion calculé pour une pression du vent supposée égale à 10 Kgr par m² de la surface d'application de la couronne*

La pression du vent P = 10 Kg par m² × F, étant supposée agir au centre de gravité S, de la couronne.

EXEMPLE DE CALCUL pour *Picea excelsa* N° 1 de Rosen.

$F = 33{,}5$ m², $P = 33{,}5 \times 10$ Kg $= 335$ Kgr. En multipliant ce chiffre par le bras de levier L (longueur du tronc de 3 m. du sol) à S, soit 22 m, on obtient le *moment de flexion,* M = 740.350 Kg.cm. En divisant ce chiffre par le *moment de résistance* W (1), correspondant au diamètre du tronc à 3 m. soit pour d = 39,0 cm, W = 5.824, on obtient $\beta = \frac{M}{W} = 127$ Kg p. cm².

La pression de 10 Kg par m² que nous envisageons dans les calculs du tableau n° 5 correspond à un vent plutôt faible, à peine supérieur au degré 3 de l'échelle de Beaufort (3 correspondant à une pression de 8,3 Kg p. m²). L'évaluation de la surface d'application F, ne prétend pas à une exactitude rigoureuse ; on admettra cependant que cette manière d'évaluer l'action relative du vent sur des arbres de même espèce, de même âge, sensiblement de même hauteur et d'épaisseur peu différente, croissant côte à côte dans un même massif, repose sur une base légitime et que les résultats ainsi obtenus sont *comparables.*

Discussion des valeurs de Δ et de β.
figurant dans le tableau n° 5.

Le premier résultat qui se dégage de l'examen du tableau ci-dessus, *c'est qu'il n'y a aucune proportionalité entre l'augmentation*

---

(1) Les valeurs du moment de résistance pour les différents diamètres d'un fût à section cylindrique se calcule au moyen de la formule $\frac{\pi d^3}{32}$

d'épaisseur de la base du tronc et l'effort de flexion auquel cette région se trouve soumise par l'action fléchissante du vent sur la couronne.

En comparant entre eux les épicéas de Rosen on constate que *la valeur β s'accroît en raison du diamètre ;* cette relation s'atténue ou même disparait chez des individus, épicéas ou sapins, dont le tronc mesure 50 cm. et plus à 3 mètres du sol. Cette constatation confirme ce que nous disions plus haut, à savoir que *l'effort de flexion dû aux mouvements pendulaires de la couronne causés par le vent diminue avec l'âge et l'épaississement du tronc.* Autrement dit, la solidité du tronc augmente davantage que le développement de la couronne et son élévation au-dessus du sol ne l'exigeraient. Le corollaire obligé de cette constatation c'est que le *principe d'économie* ne saurait être invoqué dans l'édification du tronc des arbres (1).

⁂

A ce propos, relevons encore la contradiction logique à laquelle aboutit la théorie mécanico-finaliste : En effet, de deux choses l'une : ou bien, par la *sélection* de variations individuelles utiles, les arbres ont acquis insensiblement la forme la plus propre à leur assurer le maximum de solidité avec le minimum de matériel, ce qui revient à dire que, dans leur état actuel, ils possédent la faculté, non seulement de réagir conformément au principe sus-mentionné vis-à-vis de l'action constante de la pesanteur, mais encore de régler leur accroissement de manière à parer à l'influence dommageable d'actions mécaniques intermittentes telles que celles du vent. Or ceci implique que chaque arbre se développe en vertu d'une norme spécifique de croissance transmise *par hérédité* et sans corrélation nécessaire avec les efforts mécaniques auxquels il se trouve soumis au cours de sa propre croissance.

Ce point de vue conduit logiquement à admettre que pendant les périodes de calme, qui dans notre pays règnent fréquemment pendant 10 à 15 jours consécutifs, la croissance des arbres continue à être dominée par un facteur *(le vent)* momentanément inagissant, ou bien, et c'est la seconde alternative, chaque arbre est *directement* influencé par le vent et réagit vis-à-vis de l'action actuelle de cet agent mécanique conformément au principe d'économie du matériel, réalisant une forme qui devrait être la résultante de toutes les réactions fortes ou faibles, de longue ou de courte durée effectuées au cours de son développement en réponse à l'action du vent. Dans ce cas, la forme du tronc des arbres à *couronne régulière et symétrique* devrait présenter des variations locales et régionales en rapport avec les différences régionales du régime des vents, ce qu'on n'observe pas. [Voir à ce sujet la remarque (qui se trouve six pages plus haut) concernant les arbres *déformés* par le vent].

---

(1) On pourrait d'ailleurs faire remarquer à ce propos qu'il n'existe également aucune proportionalité entre *l'épaisseur du tronc des diverses espèces d'arbres, la résistance spécifique de leur bois,* et *l'emprise offerte au vent par leur couronne.* Une même espèce arborescente, le chêne ou le hêtre par exemple, peut, à couronne égale, se développer en hauteur, ou bien rester bas sans qu'on observe entre le volume de la couronne et l'épaisseur du tronc une relation constante décelant soit l'action *dominante* d'influences dynamiques, soit celle d'un principe d'économie.

En faisant appel, pour appuyer leur manière de voir, à l'action de la compression longitudinale sur la forme et la structure du tronc et des branches des Conifères, les mécano-finalistes confondent deux choses inconciliables : *l'adaptation,* que nous pourrions appeler *active* ou *causale,* résultant de réactions actuelles, et *l'adaptation passive* ou *finale,* créée par la sélection de variations individuelles avantageuses.

III. — CAUSES DE L'ÉLARGISSEMENT DU TRONC VERS SA BASE.

L'impression généralement répandue que l'élargissement majoré de la base des troncs n'a d'autre raison d'être, ainsi que le prétend Metzger (1) que de mieux ancrer la plante au sol semble au premier abord tout à fait plausible.

Il suffirait pourtant, pour affaiblir cette conviction, d'observer que les épicéas ou les pins croissant sur un terrain rocailleux ou sableux sont régulièrement *arrachés* par les ouragans tandis que ceux établis sur un sol profond sont *brisés* au-dessus du sol. Il en résulte que la résistance effective du tronc ou celle de son appareil de fixation au sol dépend en définitive davantage des conditions de la station que des propriétés mécaniques de l'arbre lui-même.

Puisque les efforts de flexions dus à l'action du vent ne sauraient donner la raison suffisante de l'élargissement basilaire du tronc, cherchons à déterminer dans quelle mesure cet élargissement concorde avec les exigences de circulation de l'eau, qui, des racines, se déplace vers la couronne.

---

(1) *Loc. cit.* p. 50.

Remarques sur les conditions physiques du transport de l'eau transpirée par les plantes.

Quel que soit le mécanisme encore imparfaitement connu suivant lequel l'eau s'élève dans les plantes, c'est en direction rectiligne verticale, toutes les autres conditions étant égales d'ailleurs, qu'elle s'effectue avec le maximum de rapidité (1). En plongeant dans l'eau une série de tubes capillaires de même diamètre mais diversement inclinés ou inégalement conformés, on constate aisément que l'ascension la plus rapide a lieu dans le tube rectiligne vertical, tandis que le temps nécessaire pour atteindre un niveau déterminé augmente avec l'inclinaison, ainsi qu'avec la forme sinusoïde ou spiralée des tubes, en un mot avec la longueur du capillaire.

Pour transporter, *dans le même temps*, une quantité d'eau donnée il faudra donc avec des tubes inclinés et non rectilignes une surface conductrice plus grande, soit un nombre de vaisseaux ou de trachéides plus considérable.

Cette augmentation du nombre des vaisseaux et de la surface annulaire conductrice s'observe précisément à la base des troncs ainsi qu'à l'insertion des branches et des racines, soit partout où un changement brusque de direction diminue la rapidité de la circulation de l'eau.

Par elle se trouve compensée la diminution de vitesse d'ascension de l'eau résultant d'un brusque changement de direction des organes conducteurs.

Ce qui précède nous permet de conclure que, pour assurer l'alimentation d'eau de la couronne, les racines et la base du tronc doivent posséder une section conductrice supérieure à celle des portions moyennes du tronc dénudé.

---

(1) Je n'entends pas dire que dans un arbre en voie de croissance la circulation de l'eau soit, *pour une longueur de parcours donnée*, nécessairement plus lente en direction oblique ou horizontale qu'en direction verticale ; ce que je veux dire, c'est que, dans un système de capillaires où la *pression hydrostatique n'intervient pas*, tout changement brusque de direction se traduit par un *allongement du chemin à parcourir* d'où résulte un ralentissement de la circulation.

Ce ralentissement doit être plus sensible chez les plantes où la circulation d'eau est forte que chez celles où elle est faible; ainsi s'expliquerait le renflement basilaire notablement plus marqué chez les feuillus, que chez les résineux à circulation plus lente

Compression longitudinale résultant de l'élargissement basilaire. Son indépendance vis-à-vis de la pesanteur.

Voyons quel est le mécanisme mis en jeu pour assurer la réalisation de ce postulat ?

Ayant dénié à la compression longitudinale produite par la pression du vent sur la couronne la valeur d'une action morphogénique *suffisamment constante et régulière pour régler la marche de l'épaississement dans un tronc à croissance concentrique,* il paraîtra surprenant, au premier abord, que nous fassions intervenir un agent mécanique comme collaborateur de l'action physiologique de l'eau dans l'élargissement basilaire du tronc.

Le facteur morphogénique auquel nous faisons allusion présente cette particularité qu'il est le *résultat* et non la *cause* première de l'épaississement que nous étudions. Je veux parler de la pression qui s'exerce parallèlement à la couche génératrice par suite d'une réduction de longueur de celle-ci, pression qui se manifeste notamment *sur le côté concave des branches, des tiges ou des racines courbées*, quelle que soit l'orientation de ces organes. Cette action, *complètement indépendante de la direction de la pesanteur*, doit être soigneusement distinguée de la compression longitudinale engendrée sur le côté inférieur d'une branche horizontale par l'effet de son propre poids, ou de celle produite sur le côté comprimé d'une tige momentanément infléchie par le vent.

Vis-à-vis de ces deux forces, la réaction des cellules ligneuses est d'ailleurs essentiellement différente ; dans le premier cas, la pression longitudinale se traduit par la formation du *bois rouge* et des trachéides à section arrondie *(Rotholztracheiden)* (1) si bien décrites par R. Hartig ; dans le second cas la pression engendrée par le raccourcissement de la zone génératrice provoque une *croissance transgressive* des éléments du bois qui se traduit par une augmentation d'épaisseur de la couche d'accroissement.

Dans les deux cas, l'activité des cellules du cambium, ou du moins l'épaisseur de la couche de bois, se trouve généralement accrue, *mais la cause physiologique de cet accroissement n'est pas la même.*

---

(1) Schwarz les désigne par le terme expressif de *Drucktracheiden*, lequel, pas plus que le précédent, n'a d'exact équivalent en français.

Un exemple fera toucher du doigt la complexité de la question que je ne fais qu'effleurer ici, me réservant de la traiter plus à fond dans un autre mémoire.

Deux branches horizontales, l'une normalement épitrophe (*Fagus* p. ex.), l'autre normalement hypotrophe (*Ailanthus* p. ex.), manifestent toutes deux, dans le cas où elles présentent une courbure locale prononcée, un accroissement plus marqué sur le côté concave de la courbure, et cela, aussi bien lorsque la concavité intéresse le côté supérieur de la branche que lorsqu'elle correspond à son côté inférieur.

Dans le premier cas, l'augmentation de largeur des couches annuelles qui, normalement, s'observe sur le côté supérieur tendu de la branche, peut donc se manifester aussi sur le côté inférieur en apparence comprimé ; inversement, l'épaisseur la plus grande coïncidant normalement chez les branches hypotrophes avec le côté inférieur longitudinalement comprimé, apparaît sur le côté supérieur concave d'une courbure locale.

Le moins que nous puissons conclure de ce qui précède c'est que l'augmention d'épaisseur qui, régulièrement, se manifeste sur le côté *concave* et *raccourci* (1) d'organes courbés, qu'il s'agisse de branches, de tiges ou de racines, de conifères ou de feuillus, *ressortit à une cause mécanique différente de celle qui détermine l'épitrophie ou l'hypotrophie des organes plagiotropes.*

Dans le premier cas, nous sommes en présence d'une *réaction locale ;* dans le second nous sommes en présence d'une réaction d'ordre général due à la pesanteur.

(1) Ce racourcissement est relatif et n'existe que par rapport au côté opposé convexe qui subit un allongement.

(à suivre)

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

L. Laurent. **Etude des causes qui déterminent les stations de quelques végétaux dans l'Est du département des Bouches-du-Rhône** (Marseille, 1915).

L'influence du sol sur la végétation est une question depuis longtemps étudiée et discutée mais trop souvent d'une manière absolue. M. Laurent a voulu élucider le problème à propos d'espèces qui passent pour être sous l'étroite dépendance des caractères chimiques du sol, les Bruyères ; en effet, ce sont, pour beaucoup de géo-botanistes, des calcifuges typiques au même titre que le Châtaignier, la Fougère impériale ou le Genêt à balai observés cependant sur des sols nettement calcaires. La grande variété topographique et édaphique de la région orientale des Bouches-du-Rhône a guidé l'auteur dans son choix; les Ericacées sont représentées là par cinq espèces : *Calluna vulgaris, Erica scoparia, E. multiflora, E. arborea, Arbutus Unedo*. L'étude détaillée des stations où elles végètent met en relief les faits suivants. *Calluna vulgaris* se rencontre sur les terrains pauvres en calcaire et riches en fer surtout s'ils sont friables et légers ; *Erica scoparia* recherche également les sols légers, sableux, rares dans les formations calcaires ; *E. multiflora,* indifférente quant aux caractères physiques du sol préfère les sols magnésiens de même qu'*E. arborea,* espèce des terrains sableux et frais; *Arbutus Unedo* qui, contrairement à ces quatre espèces, ne vit pas en colonies, est indifférent vis-à-vis des facteurs chimiques, mais recherche le sol argilo-sableux. La moins exigeante de toutes ces plantes est *E. multiflora* et c'est elle aussi qui est la plus répandue dans la région.

Ajoutée à d'autres observations sur des végétaux croissant en compagnie de ces Ericacées : Lavandes, Pins, Chênes, ces données permettent à l'auteur de tirer des conclusions plus générales dont il faut retenir quelques-unes : « la théorie des plantes calcifuges » ne peut expliquer la répartition des espèces végétales et l'on ne peut déterminer, *à priori,* la prédominance du facteur physique ou du facteur chimique ; les exigences de la plante ne sont pas les mêmes aux différents stades de son développement ; « les stations des végétaux, pour une région donnée sont déterminées par les actions multiples exercées sur la plante *à tous les âges* et par les réactions de cette dernière sur le milieu, en tenant compte *de l'ensemble de tous les facteurs* groupés d'après leur rang d'importance par rapport à chaque espèce considérée ».

A. Pierre Allorge.

J. Eriksson — **Die Einbürgerung neuer zerstörender gurken Krankheiten in Schweden** (Centralblatt für Bacteriologie Parasiten Runde und Infections krankheiten (Bd 44. Iena, 1915).)

Depuis 1905, trois Champignons parasites des Concombres ont fait leur apparition en Suède, nouveaux pour ce pays : *Cladosporium cucumerinum* Ell. et Arth., *Cercosporsa Melonis* Cooke, *Colletotrichum lagenarium* (Pass.) Ell. et Halst. Ces trois espèces ont été découvertes depuis une cinquantaine d'années, respectivement aux Etats-Unis, en Angleterre et en Italie. Suivant J. Eriksson, l'origine de ces maladies serait due à deux causes principales : 1° la culture en masse d'une même variété qui en provoquant des dégradations chez certains individus crée des substratums favorables aux parasites ; 2° les mauvaises conditions d'hygiène culturale dans lesquelles se sont faites les grandes exploitations, en Angleterre particulièrement.

Quant à la propagation des maladies, elle se ferait — quoi qu'en disent les auteurs anglais — par les semences, pour la plupart des cas. Les conditions dans lesquelles le *Colletotrichum* est apparu à Upsala, par exemple, en fournissent une preuve évidente. L'auteur n'a pu découvrir dans les semences provenant d'individus infectés, ni spores, ni mycélium, mais il estime que la transmission se fait par les semences, au stade mycoplasma « Plasmastadium » comme il l'a montré pour les rouilles des Céréales et des Malvacées.

Quant aux moyens efficaces de combattre ces parasites, ils sont trois :

1° Hygiène rationnelle des serres (lavages fréquents, aération, renouvellement de la terre).

2° Emploi exclusif de semences provenant de cultures saines.

3° Destruction par le feu des plants infectés.

A. Pierre Allorge.

CHRONIQUES ET NOUVELLES

M. Edouard **Prillieux**, Membre de l'Académie des Sciences, Directeur de la station de Pathologie végétale de Paris, est décédé le 8 octobre 1915 à l'âge de 86 ans, dans sa propriété de Mondoubleau (Loir-et-Cher).

M. **Prillieux** avait été, en 1850, élève de Duchartre à l'Institut Agronomique de Versailles. Il fut chargé, à cette époque, d'une mission pour expérimenter le soufrage des Vignes pour les protéger contre les atteintes de l'Oïdium. Depuis lors, commencèrent à paraître ses nombreuses publications sur les questions de Botanique les plus variées.

M. **Prillieux** fut nommé, en 1874, Professeur d'Histoire Naturelle des végétaux cultivés, à l'École Centrale des Arts et Manufactures. En 1876, il fonda la chaire de Botanique générale à l'Institut Agronomique, rétabli à Paris à cette date. La même année, il avait remplacé Adolphe Brongniart comme membre titulaire de la Société Nationale d'Agriculture. En 1899, il remplaçait Naudin dans la Section de Botanique de l'Académie des Sciences.

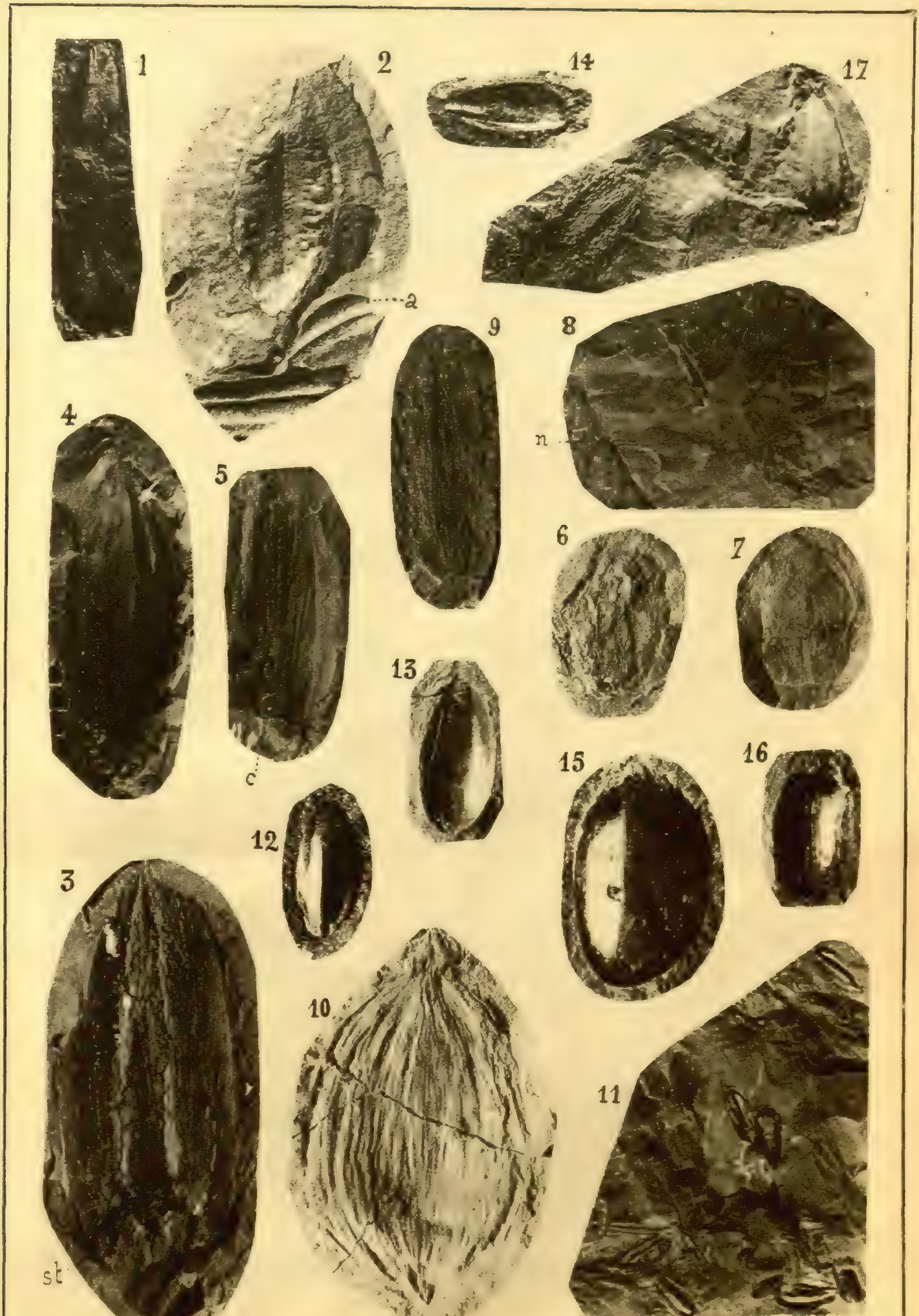
Dans la première partie de ses recherches, M. **Prillieux** s'était occupé de questions se rapportant à l'anatomie et à la physiologie des végétaux ; les travaux de l'auteur, pendant une seconde période fort étendue, furent surtout relatifs aux maladies des végétaux, et il a publié, en collaboration avec M. Delacroix, un ouvrage en deux volumes : « Maladies des plantes agricoles et des Arbres fruitiers causées par des parasites végétaux ».

La *Revue Générale de Botanique,* dont M. **Prillieux** a été un des collaborateurs, publiera une notice sur sa biographie et sur ses travaux.

⁂

L'Université de Nancy a été autorisée à accepter le legs de 50.000 francs de Mlle Marie Gautier, dont la moitié est affectée aux services de la Faculté des Sciences de cette Université.

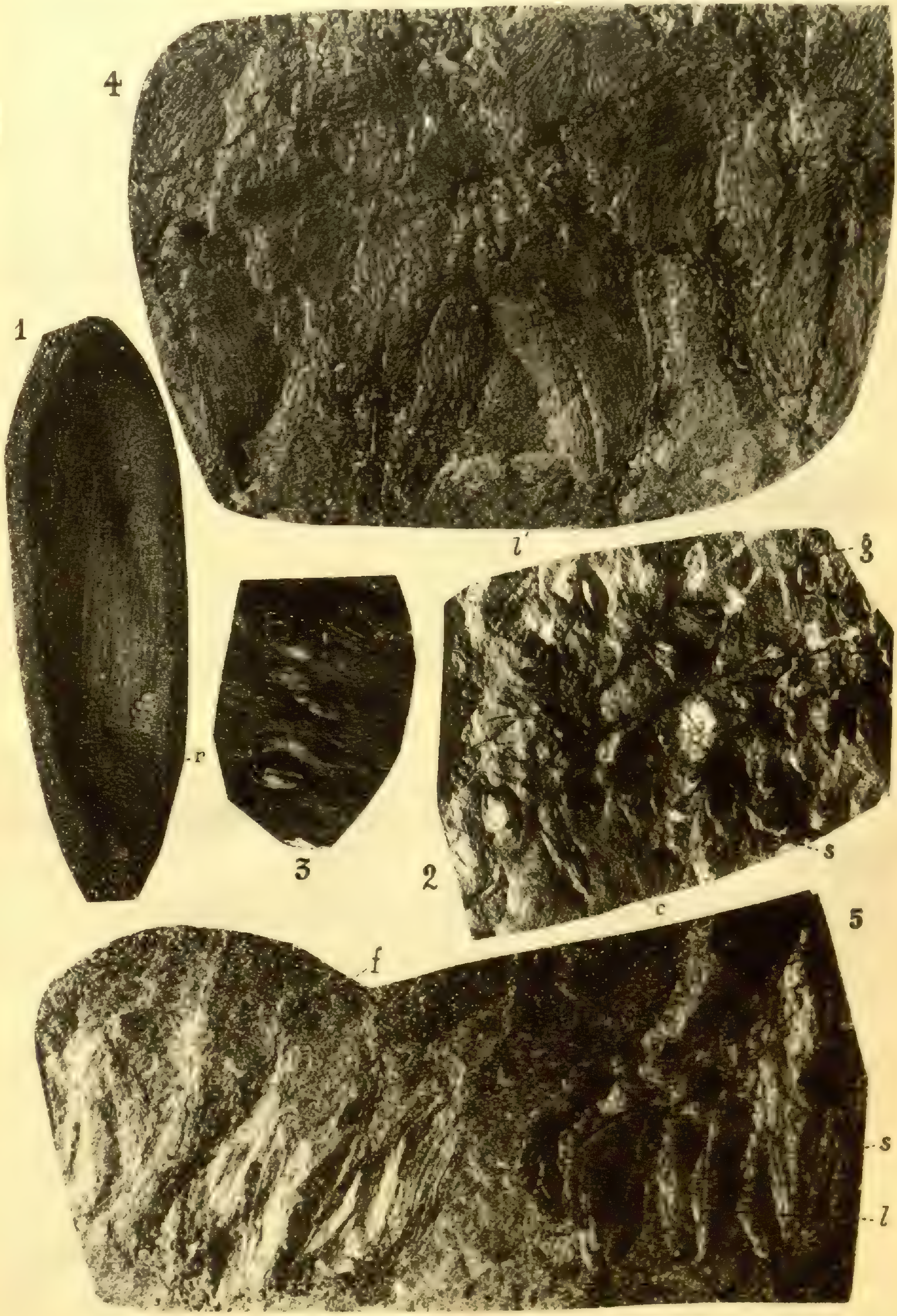
Nemours. — Imp Henri Bouloy. *Le Gérant :* Henri Bouloy.


1
2
14
17
a
9
8
n
4
5
6
7
c
13
12
15
16
3
10
11
st

E. LE DELEY, IMP.

DÉPAPE ET CARPENTIER, PHOT.

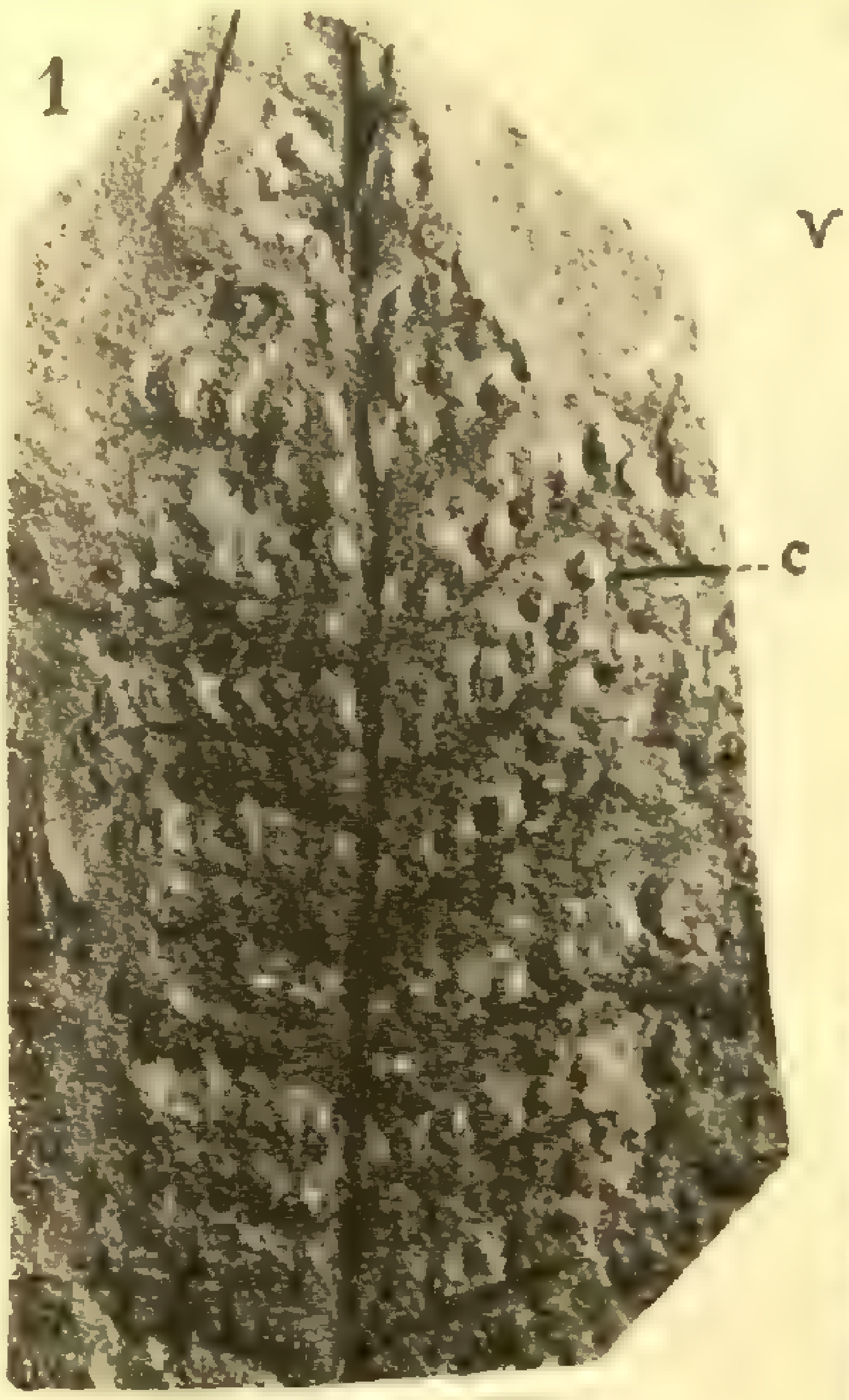
Graines.


4
1
l'
g
r
3
2
s
c
5
f
s
l

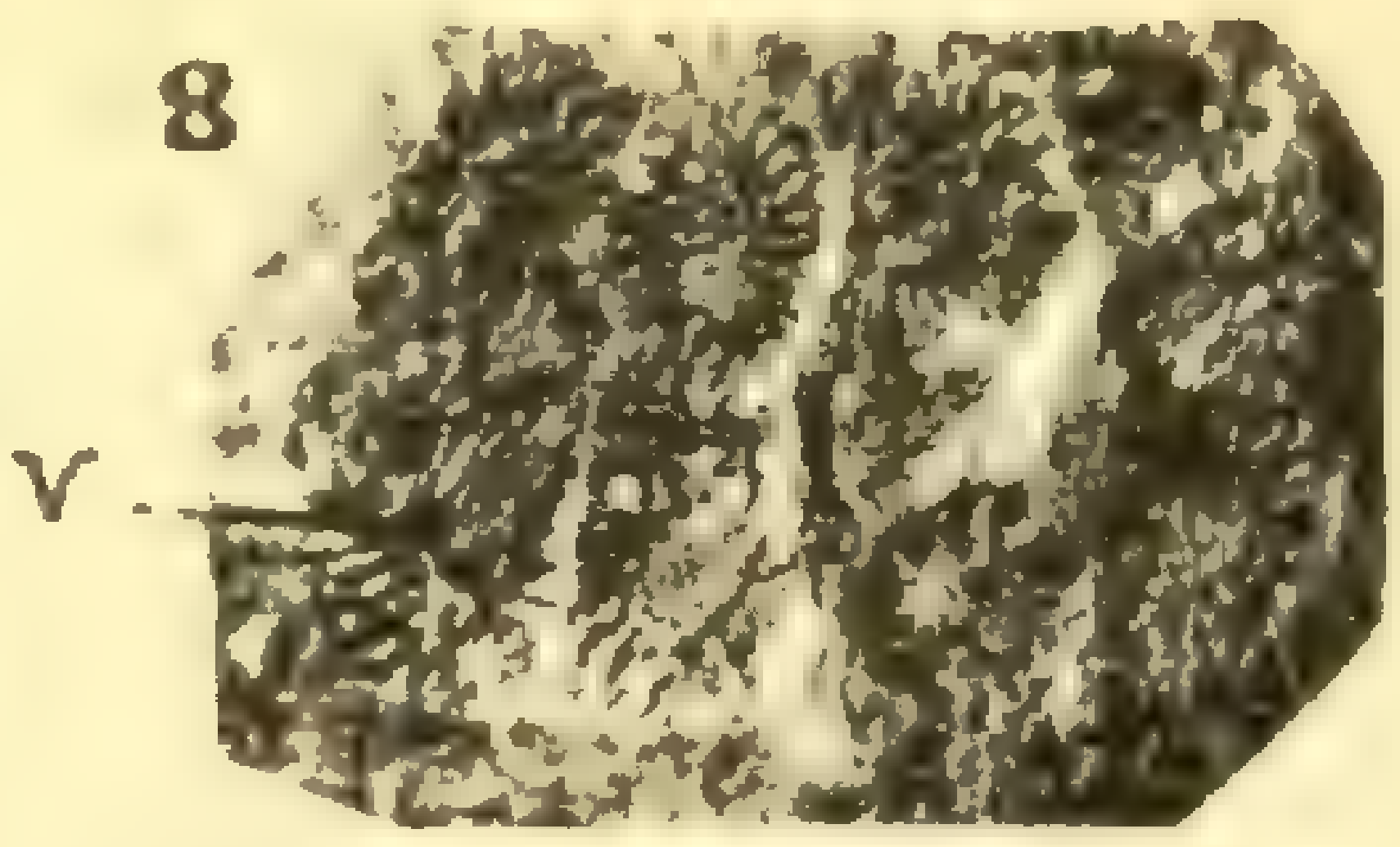
DEPAPE ET CARPENTIER, PHOT. E. LE DELEY, IMP.

Graines et Microsporanges.

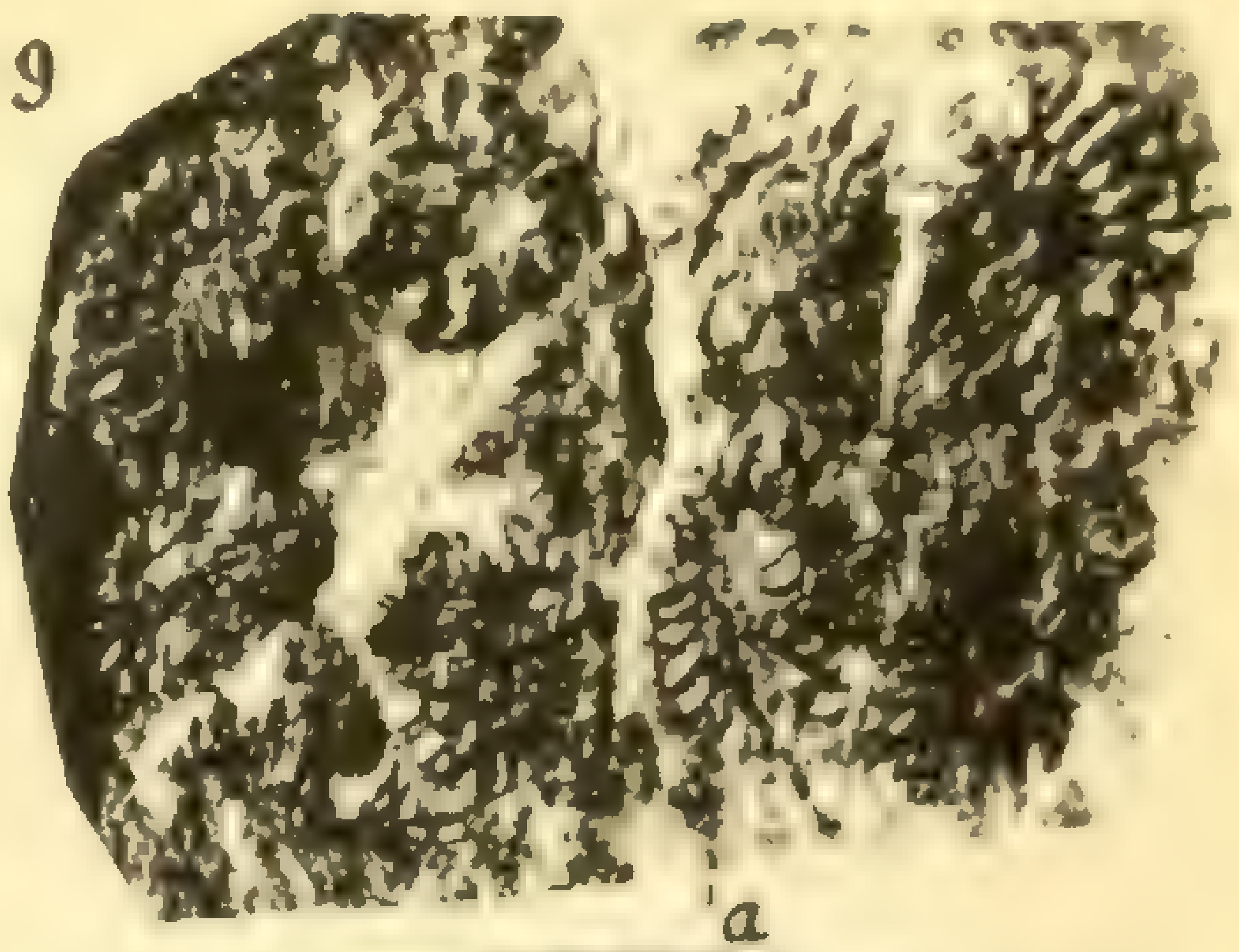
1



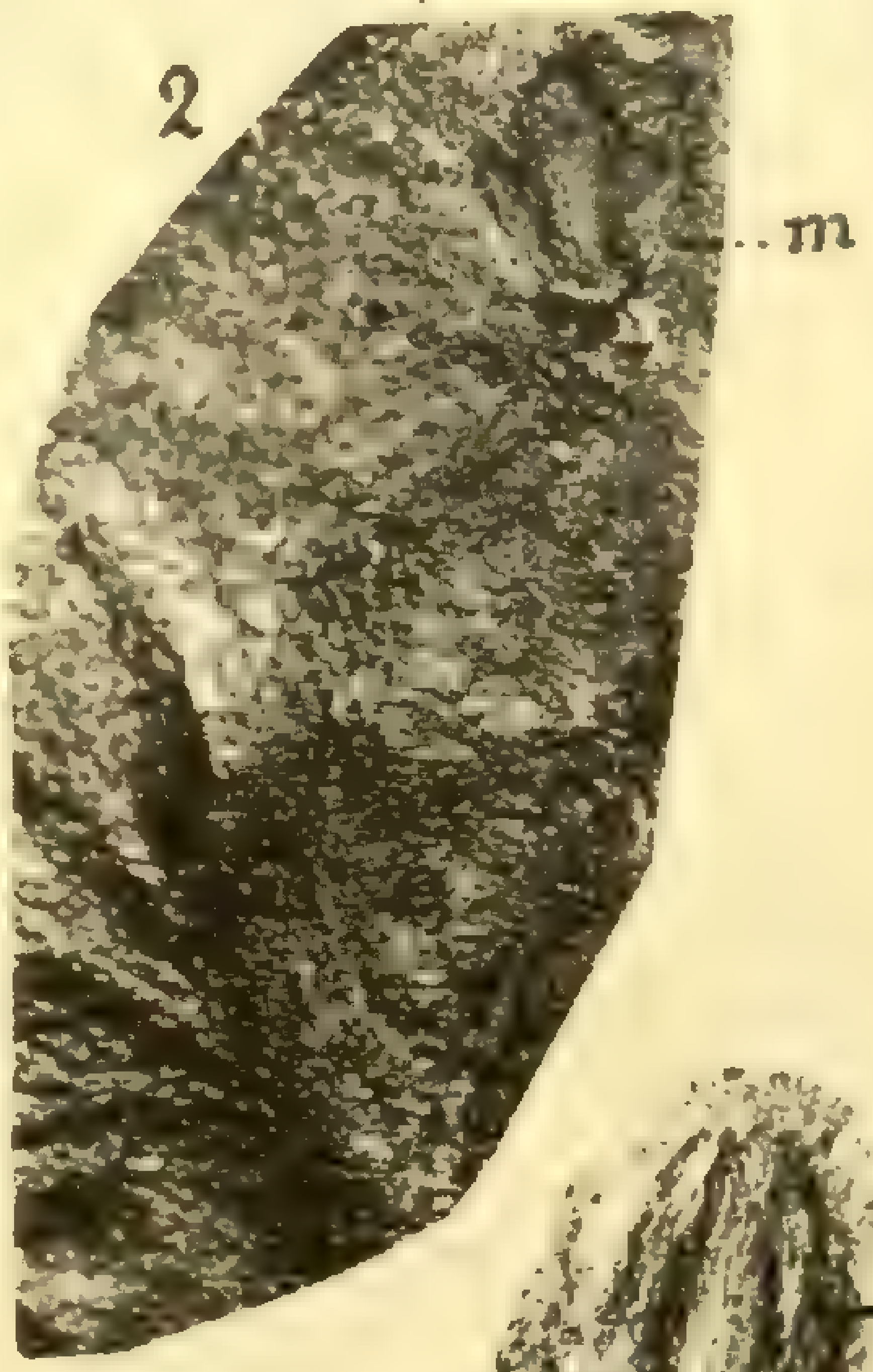
8



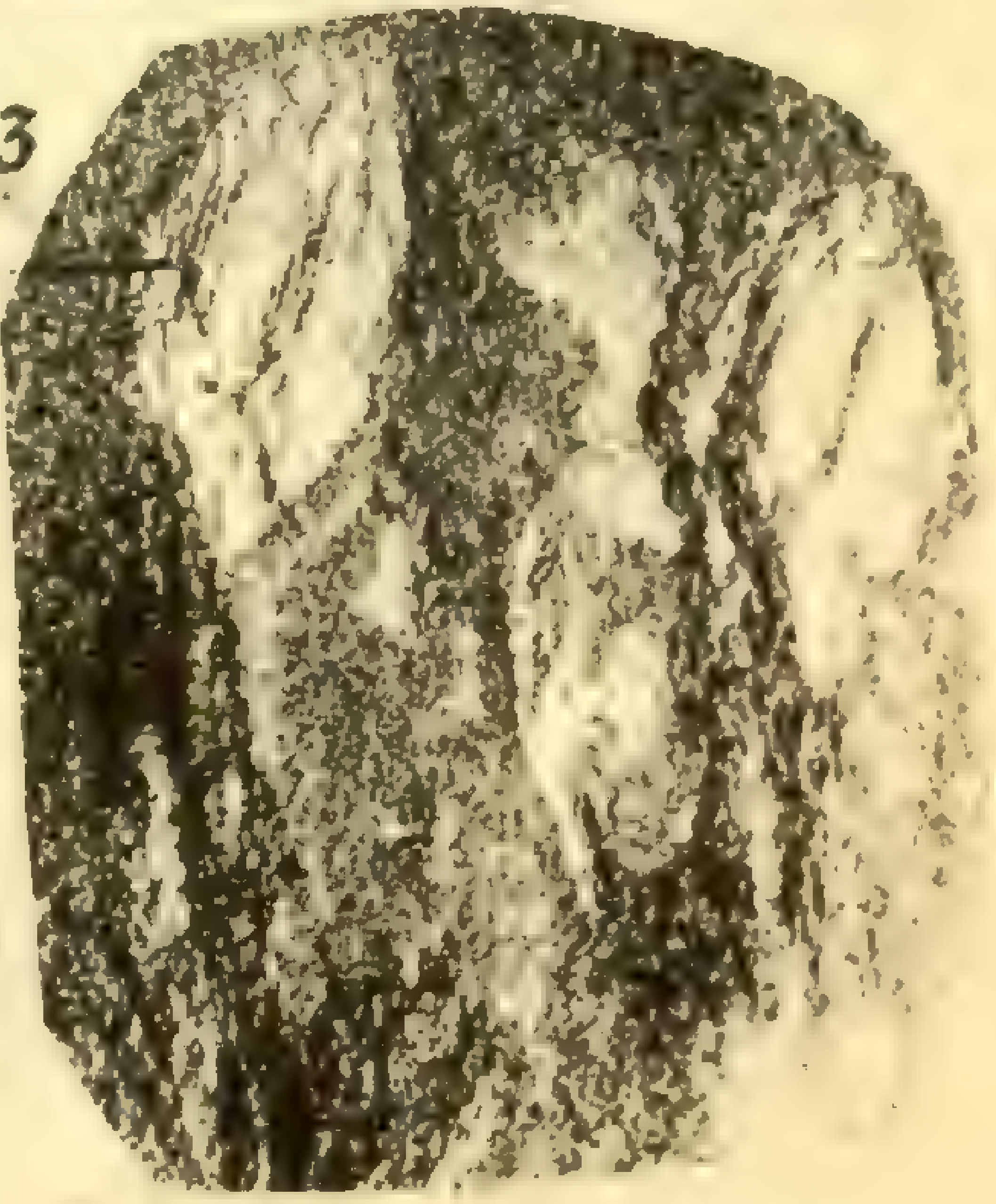
9



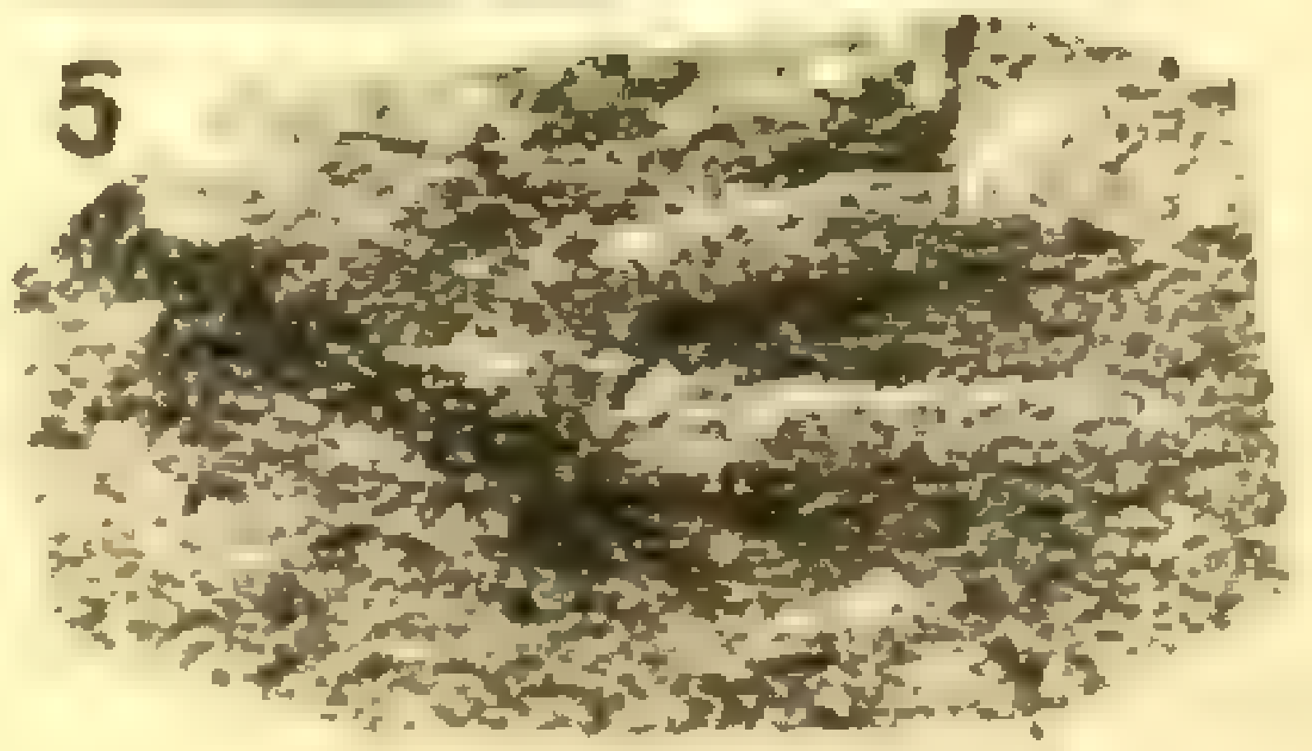
2



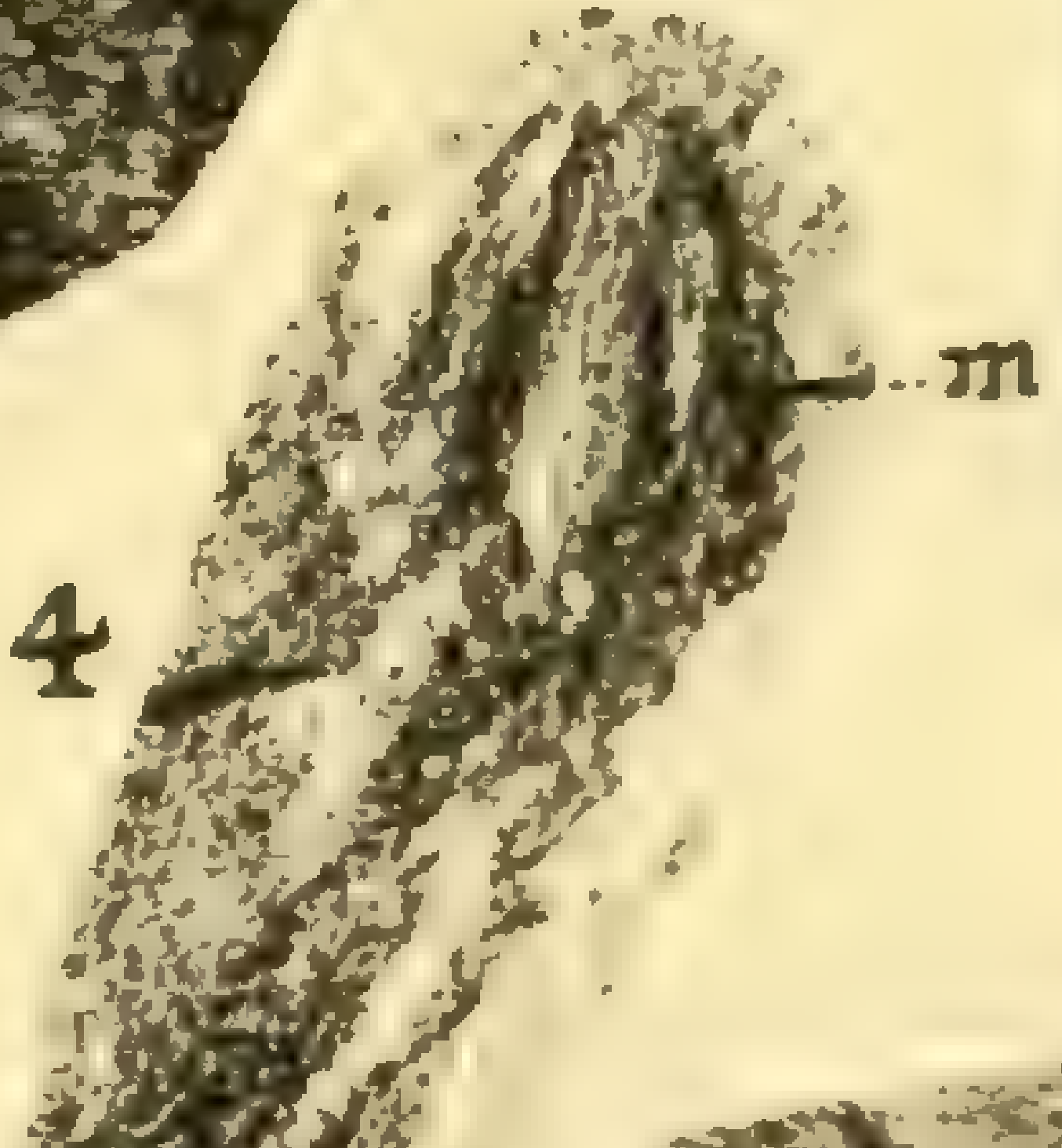
3



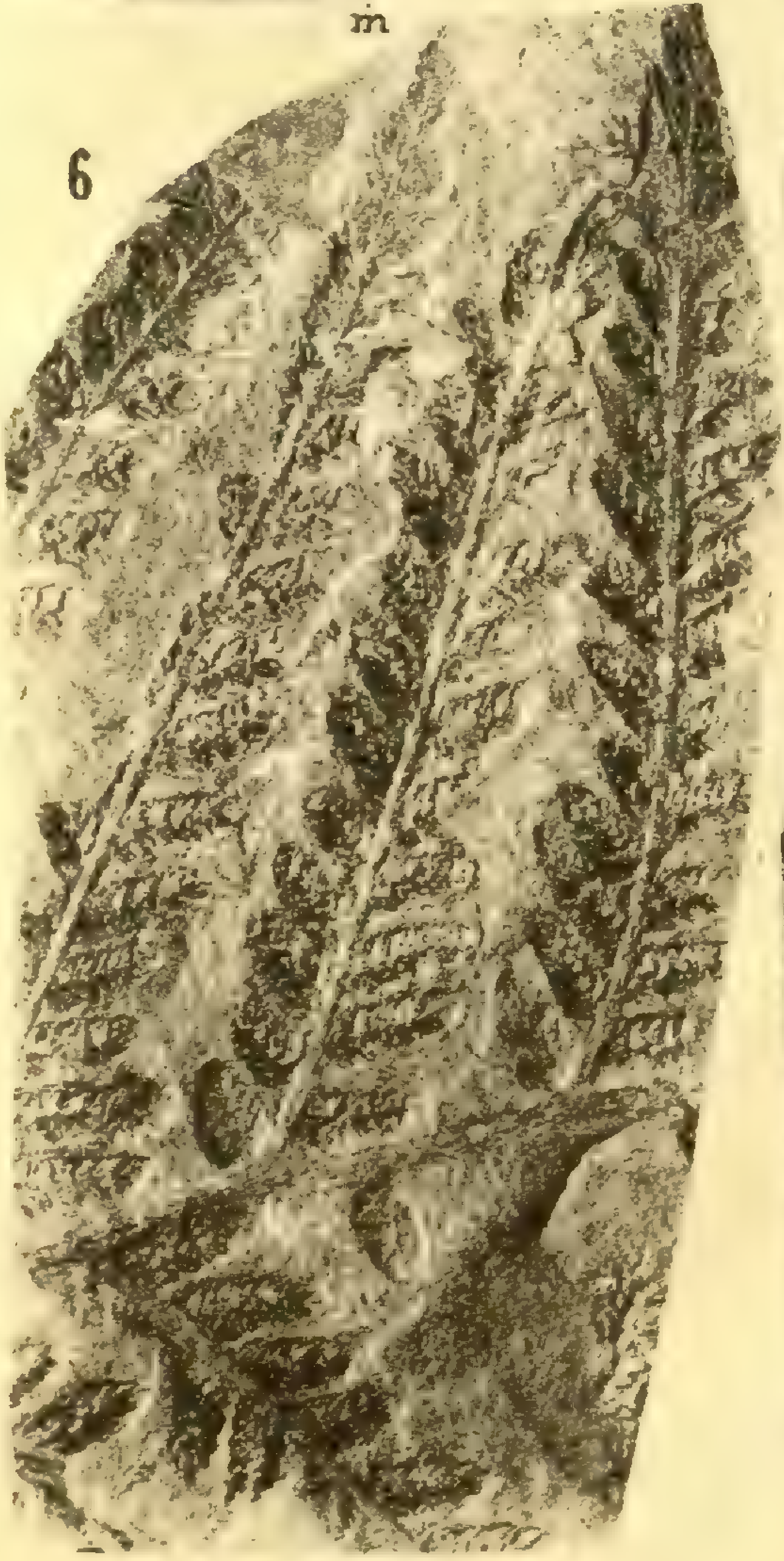
5



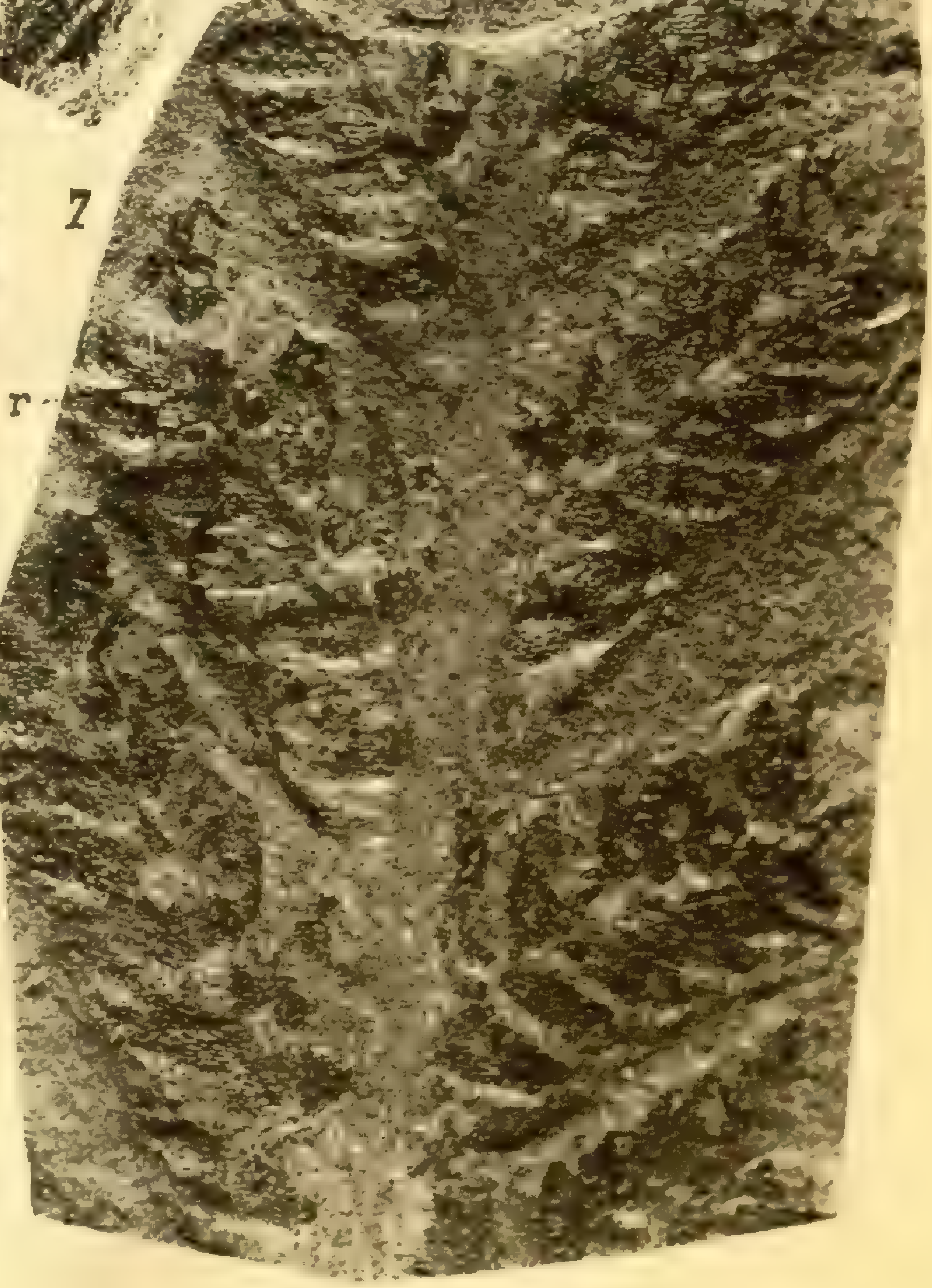
4



6



7



DEPAPE ET CARPENTIER, PHOT.

E. LE DELEY, IMP.

Microsporanges et Sporanges.

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME VINGT-SEPTIÈME

Livraison du 15 Décembre 1915

N° 324

Entered at the New-York Post Office
as Second Class matter

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
1, RUE DANTE, 1

1915

AVIS. — Cette livraison renferme la couverture du volume de 1915.

Pour ne pas éprouver de retard dans l'envoi de la *Revue* on est prié de vouloir bien renouveler son abonnement pour **1916** en envoyant avant le **31** Mars 1916 la somme de **20** francs (**22** fr. **50** pour l'étranger) à M. l'Administrateur de la *Librairie générale de l'Enseignement*, 1, rue Dante, Paris (5e). *Si cette somme n'a pas été reçue le 15 Avril 1916*, l'Editeur fera présenter une quittance par la poste. Les abonnements sont payables d'avance.

LIVRAISON DU 15 DÉCEMBRE 1915

I. — SUR LES CAUSES QUI DÉTERMINENT LA FORME DES ARBRES *(fin)*, par **M. Paul Jaccard** 353

II. — NOTES BIBLIOGRAPHIQUES 375

III. — TABLE DES ARTICLES ORIGINAUX 379

IV. — TABLE DES NOTES BIBLIOGRAPHIQUES 380

V. — TABLE DES PLANCHES 381

VI. — TABLE DES ARTICLES ORIGINAUX PAR NOMS D'AUTEURS 382

VII.— ERRATA 383

Cette livraison renferme deux figures dans le texte.

Pour tout ce qui concerne les Annonces, s'adresser à M l'Administrateur de la Librairie générale de l'Enseignement, 1, rue Dante, Paris (V^e^).

SUR LES CAUSES
QUI DÉTERMINENT
LA FORME DES ARBRES

(fin)

par M. Paul **JACCARD**.

Croissance transgressive.

Les cellules provenant de la division du cambium ont une longueur déterminée par l'âge et l'activité nutritive de l'organe auquel elles appartiennent. Celles qui naissent sur le côté concave raccourci d'une courbure ne peuvent conserver leur longueur originelle qu'en cessant de s'accroître parallèlement à l'axe de l'organe ; elles chevauchent alors les unes sur les autres suivant le procédé connu sous le nom de croissance transgressive.

Il importe d'observer que la réduction de longueur du cambium dont il est question ici est bien en réalité la conséquence de l'épaississement de la portion courbée.

Chaque nouvelle couche d'accroissement réduit en effet dans une certaine mesure le rayon de la courbure et partant la distance qui sépare ses deux points extrêmes (voir fig. 2). La pression longitudinale qui en résulte est donc bien, comme nous l'indiquions précédemment, l'effet plutôt que la cause de l'épaississement local susmentionné.

La valeur de cette pression parallèle à l'axe de croissance, sera donc d'autant plus forte : 1° que la courbure originelle sera plus accentuée, 2° que l'accroissement en épaisseur sera plus actif et déterminera entre les deux points extrêmes de la concavité une réduction de longueur plus rapide et plus accentuée. Ces conditions sont précisément réalisées par les épicéas dont les racines s'écartent brusquement du tronc et s'étalent très près de la surface du sol.

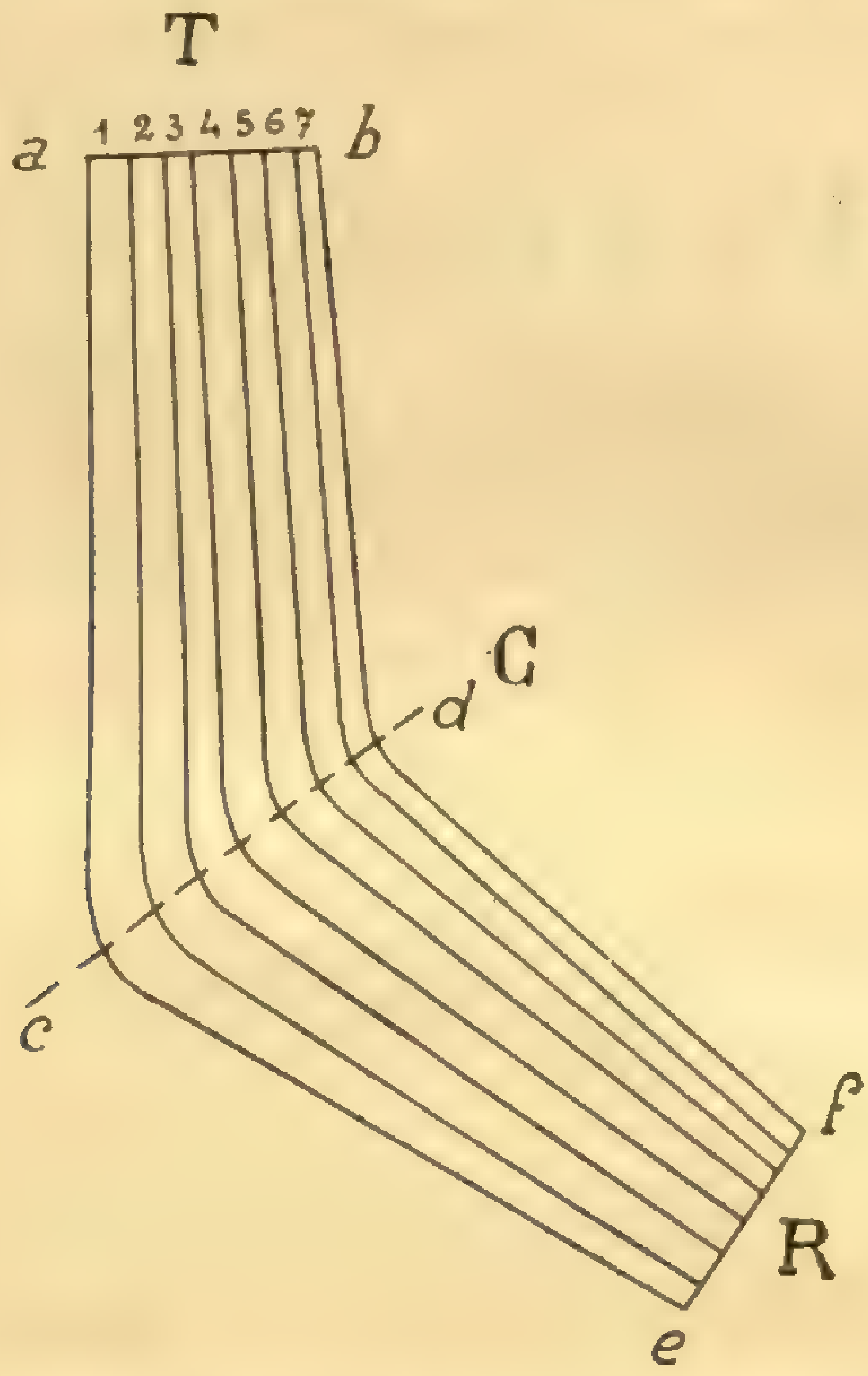


Fig. 2. — *Schéma du raccourcissement progressif des couches annuelles entre deux niveaux donnés à la base du tronc d'un Epicéa :* T. quelques anneaux de la portion basilaire du tronc; *R.* anneaux correspondants de la base d'une grosse racine ; *C.* zone du collet. Par suite de l'accroissement en épaisseur, *b. d. f.* est plus court que *a. c. e.;* par contre, *c. d.* est plus large que *a. b.* ou *e. f.* La réduction de la zone *b. d. f.* en provoquant un éclat de compression longitudinal détermine l'élargissement de la zone *c. d.*

L'angle presque droit formé par le tronc et les racines maîtresses de la jeune plante, détermine chez cette essence un élargissement basilaire du tronc généralement plus accentué que chez les pins par exemple, ou les sapins, qui, dans un sol favorable, enfoncent leurs racines sous un angle plus ouvert.

En se reportant au tableau n° 5, il est d'ailleurs aisé de se convaincre qu'il n'existe entre la majoration d'accroissement de la base du tronc et les dimensions de la tige et de la couronne aucune relation constante ; par contre, une simple promenade en forêt montre la grande influence que *le mode d'enracinement* exerce sur l'élargissement basilaire du tronc.

IV. — ACTION CONCOMITANTE DE LA PESANTEUR ET DE LA CROISSANCE TRANGRESSIVE.

Lorsque, par suite de circonstances accidentelles, la tige d'un épicéa ou d'un pin croissant sur le flanc d'un ravin ou d'une montagne s'incline fortement dans la direction de la pente, la portion correspondante de la base du tronc qui se trouve normalement soumise au raccourcissement local déjà décrit, éprouve en outre une compression longitudinale provoquée par le poids de la couronne et du tronc surplombant la pente. Dans ce cas, les deux actions s'ajoutent et produisent sur le côté doublement comprimé un épaississement notablement plus fort que sur le côté opposé. Ce dernier, *alors même qu'il se trouve par le fait de la position inclinée de l'arbre soumis à une traction* n'en présente pas moins, quoique d'une façon moins intense, tous les caractères de la croissance transgressive.

Renflement basilaire des branches.

L'action concomitante de tensions et de compressions longitudinales, exceptionnelle à la base des troncs, se manifeste au contraire d'une façon normale et régulière à la base des branches.

Encore qu'il existe à cet égard de grandes différences spécifiques (1) et même individuelles, on observe cependant d'une façon générale à la base des branches un élargissement du diamètre, sensible, quoique dans une moindre mesure, sur le côté supérieur comme sur le côté inférieur.

Au cours de leur développement, les branches des arbres sont soumises à l'action de deux excitants antagonistes : 1) le géotropisme négatif tendant à les rapprocher de la verticale ; 2) l'action de la pesanteur combinée avec l'excitation phototropique tendant à les écarter de plus en plus de leur position originelle.

Dans le jeune âge, tandis que l'action du géotropisme est dominante, le rameau encore flexible forme avec la tige un angle plus ou moins aigu ; en même temps qu'elle s'épaissit, la branche âgée s'écarte de la tige et forme avec elle un angle de plus en plus ouvert (2).

(1) Chez les Sequoia par exemple la base des branches ne présente aucun épaississement particulier.

(2) Ces variations angulaires ont été étudiées par *A. H. Burtt,* dans « Ueber den Habitus der Coniferen », Dissert. Tübingen, 1889.

TABLEAU N° 6

LARGEUR MOYENNE ET SURFACE CONDUCTRICE DES DERNIÈRES COUCHES ANNUELLES CHEZ 2 *ABIES* ET 4 *PICEA*.

Nom et caractéristiques des individus étudiés	DÉSIGNATION DES SECTIONS EXAMINÉES	Circonférence des sections avec écorce.	Largeur moyenne des anneaux de 1911 à 1914.	Surface annulaire conductrice du dernier anneau.	Surface conductrice des anneaux de 1911-1914.	Valeurs réelles de la surface annulaire moyenne de 1911-1914.
		en cm.	en mm. (1)	en cm^2 (2)	en cm^2 (3)	en cm^2.
Picea n° II D.	1					
H. = 21 m. . . .	Section à 10 cm. sur sol. . .	76	58,4	489	444	12,0
Cl. = 5,6 — 7,2 m.	— 2 m. — . . .	53	22,5	109	119	3,2
R. s. * = 7,4 m. .	— 8,5 m. — . . .	44	25,9	115	114	3,1
Δ = 19 %. . . .	— 13,8 m. — . . .	34	39,9	157	136	3,7
Picea n° III D.	2					
H. = 22,4 m. . . .	Section à 10 cm. sur sol. . .	70	33,2	224	232	6,3
Cl. = 4,9 — 8,4 m. .	— 2 m. — . . .	59	23,2	151	137	3,7
R. s. * = 12,8 . .	— 9,5 m. — . . .	50	24,9	148	125	3,4
Δ = 13 %. . . .	— 14,0 m. — . . .	43	31,4	159	135	3,7
Picea n° I W.	3					
H. = 23,4 m . . .	Section à 10 cm. sur sol. . .	145	64,5 (4)	1232	935	25,3
Cl. = 9,8 m . . .	— 2 m. — . . .	87	40,8	635	355	9,6
R. s. * = 2,4 m . .	— 8 m. — . . .	76,5	38,1	540	292	7,9
Δ = 27 %. . . .	— 13,6 m. — . . .	62,5	42,3	663	264	7,1
Picea n° II W.	4					
H. = 28,6 m . . .	Section à 10 cm. sur sol . . .	120	56,5 (5)	700	680	18,4
Cl. = 13,2 m . . .	— 2 m. — . . .	88	44,5	431	391	10,6
R. s. * = 6,2 m . .	— 8 m. — . . .	77	34,0	281	262	6,1
Δ = 20 %. . . .	— 15,4 m. — . . .	63,5	43,0	280	273	7,4
Abies n° I D.	5					
H. = 14,8 m . . .	Section à 10 cm. sur sol . . .	50	50,0	165	250	6,8
Cl. = 2,4 — 4,8 m. .	— 2 m. — . . .	42	35,2	126	148	4,0
R. s. * = 8,0 m . .	— 5 m. — . . .	35	34,5	111	121	3,3
Δ = 11 %. . . .	— 10 m. — . . .	24,5	32,2	68	79	2,1
Abies n° II D.	6					
H. = 15,6 m . . .	Section à 10 cm. sur sol . . .	55,8	15,4	84	86	2,4
Cl. = 3,6 — 5,2 m. .	— 2 m. — . . .	44,0	13,1	39	58	1,6
R. s. * = 8,2 m . .	— 6 m. — . . .	39,0	14,3	36	56	1,5
Δ = 7 %.	— 10,4 m. — . . .	29,2	28,3	53	83	2,2

(1) (2) (3) Voir les remarques concernant le tableau n° 1.

(4) Calculé sur les anneaux de 1909 à 1912.

(5) Calculé sur les anneaux de 1911 et 1912 seulement.

Ces variations angulaires sont favorisées par la croissance transgressive, laquelle se manifeste tout d'abord sur le côté supérieur de l'aisselle avec son maximum d'intensité et provoque *mécaniquement* l'écartement de la branche par rapport à l'axe vertical. Il en résulte sur le côté inférieur de l'aisselle une réduction d'angle qui provoque une croissance transgressive correspondante. Ici encore bien que par suite du propre poids de la branche les deux côtés opposés de l'aisselle se trouvent soumis à des actions mécaniques antagonistes, (tension sur le côté supérieur, compression sur la portion inférieure) la croissance transgressive ne s'en manifeste pas moins en haut comme en bas. D'une façon générale cependant, sur le côté inférieur, où la compression due au poids de la branche s'ajoute à la réduction spatiale, l'épaississement est plus marqué qu'il ne l'est sur le côté supérieur. Cette différence est d'ailleurs conforme aux exigences de la circulation de l'eau, elle atteint son plus haut degré chez les feuillus *et cela aussi bien chez ceux à branches normalement épitrophes que chez les espèces hypotrophes.*

STRUCTURE ANATOMIQUE DES AISSELLES. — Ainsi que je l'ai établi dans mon Etude anatomique des bois comprimés (1), l'accroissement en épaisseur des aisselles ne se fait pas par croissance transgressive seulement ; lorsque l'angle supérieur de l'aisselle est très aigu, on observe dans toute la zone médiane correspondant à la compression maximum une *déformation* ainsi qu'un *raccourcissement des trachéides* (2) dont plusieurs rangées présentent en coupe longitudinale les mêmes dimensions qu'en coupe transversale.

Un troisième mode de croissance engendré par la compression locale, et qui s'observe soit sur le côté inférieur des aisselles, soit dans le voisinage des racines maîtresses à la base du tronc, pourrait être désigné sous le nom de *croissance sinusoïdale* ; il conduit à la formation du *bois plissé*, décrit par R. Hartig (3) chez certains feuillus et dont j'ai publié une étude anatomique détaillée concernant un épicéa (1).

---

(1) Mitteilungen der schweiz Centralanstalt für das forstliche Versuchswesen (fig. 20-24) Bd. x. 1910, p. 78 à 84.

(2) D'après L. Jost « Ueber einige Eigentümlichkeiten des Kambiums der Bäume » *Bot. Zeitung* 1901, non seulement le raccourcissement des trachéides dans la zone des aisselles n'est pas général, mais au cours des premières années, leur longueur, chez *Pinus*, passe souvent du simple au double.

(3) R. Hartig. Ueber die Ursachen des Wimmerwuchses (Wellenholzes (der) Bäume) Zentralblatt für das gesamte Forstwesen. Jahrg 27, 1901, p. 145.

Il est intéressant de remarquer que les fibres ou trachéides qui, par suite de la réduction d'espace disponible se plissent dans le sens longitudinal en donnant naissance au bois plissé, peuvent parfaitement se trouver *dans un état de tension* tout en se développant dans une zone comprimée longitudinalement.

V. — DISCUSSION DE QUELQUES CAS PARTICULIERS.

Ayant exposé les résultats tirés de l'étude anatomique des dernières couches d'accroissement chez l'épicea n° 1 de Degenried, résultats cadrant tout à fait avec le point de vue théorique exposé dans mon premier mémoire, il n'est pas superflu, afin d'asseoir nos conclusions sur une base plus large, d'étendre notre enquête à quelques individus d'âge et de taille différents ayant cru dans des stations et dans des conditions dissemblables.

Le tableau n° 6 résume les renseignements tirés de l'examen de 4 *Picea* et de 2 *Abies*.

Les troncs des individus étudiés ont été sciés transversalement à quatre niveaux différents : 1) à 10 cm. du sol, 2) à 2 mètres du sol, 3) approximativement au milieu de la longueur du fût, 4) au-dessous de la base de la couronne.

Sur le pourtour des sections effectuées à ces quatre niveaux, huit échantillons ont été découpés dans l'ordre déjà indiqué à propos de l'épicéa n° 1 et ont servi à la détermination de la surface conductrice.

Toutes les indications données dans le tableau précédent sont comparables à celles du tableau n° 1 et ont été établies de la même manière.

Pour chaque individu le tableau n° 6 indique : 1) la hauteur de l'arbre, H ; 2) la longueur de la couronne, Cl ; 3) le niveau des branches sèches les plus inférieures (Rs) enfin 4) l'accroissement du diamètre du tronc de 3 mètres à $0^{m},65$ au-dessus du sol (Δ).

La largeur et la surface annulaire moyennes ont été mesurées sur des microphotographies au grossissement de 37/1 ; on en a déduit la surface annulaire réelle en divisant par 37 les chiffres ainsi obtenus. La largeur réelle des anneaux peut se calculer de la même manière, elle est en moyenne de 1/2 à 1 1/2 mm. à 10 cm. au-dessus du sol. Il s'agit donc, sauf pour *Picea* n° 1. W. d'individus à croissance lente.

---

(1) Etude anatomique d'un bois plissé chez *Picea excelsa* Mitteil. der schweiz. *Centralanstalt für das forstliche Versuchswesen*, Bd. x. 1910, p. 71 à 77, figures 11-19 et planches V et VI.

Les exemplaires 1, 2, 4 et 6 du tableau N° 6 présentent tous, entre la base et le sommet du fût, une surface annulaire minimum, ils se comportent à cet égard comme le Picea I. D. du tableau 1.

Dans tous les exemplaires étudiés, la surface annulaire à 10 cm. du sol est également bien supérieure à celle des sections suivantes. Les différences qu'on observe à cet égard sont très inégales et dépendent essentiellement de la position des grosses racines et de l'angle qu'elles forment avec le tronc. En fait, les chiffres concernant la surface annulaire vers 10 cm. au-dessus du sol ne sont guère comparables, ils ne présentent même pas de proportionnalité régulière avec l'élargissement basilaire du tronc. Ce sera l'objet d'un travail ultérieur de préciser la relation qui, dans chaque cas particulier, se manifeste entre cet élargissement et le ralentissement de la circulation de l'eau.

La même remarque s'applique à l'élargissement du sommet du fût causé par les branches sèches encore attenantes au tronc. Pour en établir dans chaque cas la valeur exacte, il est nécessaire de recourir à l'étude anatomique d'un nombre considérable de sections tant du tronc que des branches. Or il n'est pas toujours facile de se procurer et de couper en menus morceaux des arbres de 20 à 30 mètres de hauteur ! Ceci dit, passons aux individus (3 et 5) du tableau n° 6 dont la surface annulaire décroît d'une façon continue de la base au sommet du fût et qui, par conséquent, diffèrent sur ce point des exemplaires précédents. Chez le premier, la décroissance continue de la surface annulaire s'observe pour les années 1911 à 1913 *mais pas dans l'anneau de 1914.*

La surface de ce dernier anneau mesure 17$^{cm^2}$,2 à 2 mètres au-dessus du sol, *14*$^{cm^2}$*,6* à 8 mètres, et 17$^{cm^2}$,9 à 13^{m},6 ; elle présente par conséquent, conformément à la règle précédemment établie, un minimum entre la base et le sommet du fût.

La différence observée à cet égard entre les couches annuelles de 1911 à 1913 et celle de 1914 correspond, selon toute probabilité, à un changement dans les conditions de croissance de l'épicéa I. W.

Comme l'indique la persistance des rameaux secs jusqu'à 2^{m},4 du sol, la tige de cet arbre, primitivement branchée très bas, a dû conserver longtemps le caractère qu'elle possède dans la couronne, où la surface annulaire diminue de bas en haut avec le nombre des branches à irriguer. Ce caractère s'est maintenu jusqu'à ce qu'une éclaircie, *dégageant le sol avoisinant, sans changer sensiblement les conditions d'éclairage de la couronne verte,* vînt modifier la marche de l'épaississement du tronc en favorisant le développement des racines davantage que celui de la couronne, ce qui provoqua tout d'abord un appel de sève plus intensif vers les organes souterrains ainsi qu'un accroissement correspondant dans les portions inférieures et moyennes du tronc.

Comme toute extension des racines retentit sur le développement de la couronne, il s'en suivit bientôt dans la portion supérieure du tronc un accroissement corrélatif. C'est à cette phase récente du rétablissement de l'équilibre entre l'activité de la racine et celle de la couronne que correspond vraisemblablement l'élargissement de la section annulaire observée en 1914 vers le sommet du fût. Cette manière de voir cadre pleinement avec une observation consignée par R. Hartig dans son mémoire sur l'accroissement en épaisseur des arbres forestiers (1). A propos de *Pinus silvestris,* cet auteur établit que l'augmentation d'épaisseur du tronc provoquée par une éclaircie du sous-bois et des individus surcimés, se manifeste *alors même que le volume de la couronne et ses conditions d'éclairage ne subissent aucun changement appréciable.* R. Hartig explique l'accélération de croissance observée par une meilleure utilisation du sol, d'où résulte une nutrition plus abondante des individus restants, chez lesquels, à volume égal, la couronne manifeste une énergie assimilatrice plus grande après l'éclaircie qu'avant.

Le renforcement du tronc proviendrait donc, dans ce cas, essentiellement des changements apportés aux conditions de nutrition par les racines, puisqu'il ressort des indications d'Hartig que, ni le volume ni l'éclairage de la couronne n'ont subi, du fait de l'éclaircie du sous-bois, de modifications appréciables et, qu'en conséquence, *l'action mécanique du vent sur la couronne n'a pas dû augmenter non plus.*

(1) Ueber das Dickenwachstum der Waldbäume *Zeitschrift für Forst-und Jagdwesen* III 1871, §§ 65-104. und *Holzuntersuchungen* 1901, p. 4.

L'épaisseur des couches d'accroissement aux divers niveaux montre que l'accélération de croissance consécutive à l'éclaircie du sous-bois s'effectue surtout dans ce cas au profit des portions inférieures du tronc, ce qui s'explique par la nécessité de nourrir le système radiculaire en proportion du renforcement de son activité, tandis que les conditions générales d'irrigation de la couronne ne subissent pas de changements comparables.

Le second cas, celui du sapin n° I de Degenried, concerne un individu fortement surcimé dont la couronne, d'ailleurs irrégulière et peu développée, se trouvait dans des conditions défavorables au point de vue de l'assimilation et de la transpiration.

L'examen des anneaux des dernières années montre, qu'ici encore, un changement relativement récent a dû se manifester dans les conditions de croissance. On observe en effet *dans les deux sections supérieures, mais surtout dans le voisinage de la couronne, une diminution progressive de l'épaisseur des couches d'accroissement pendant les 10 dernières années,* diminution qui s'explique d'ailleurs assez naturellement par l'entrave croissante apportée à l'éclairement de la couronne par le développement de voisins dominants.

Dans ce cas, comme dans le précédent, les dernières couches d'accroissement possèdent une surface annulaire plus faible dans la portion supérieure du fût que dans sa portion moyenne.

Cette particularité s'explique si l'on admet que, par suite de conditions d'éclairage peu propices au développement de la couronne, les racines, moins entravées dans leur activité, attirent à leur profit la plus grande partie de la sève élaborée, favorisant ainsi l'accroissement de la moitié inférieure du tronc.

Indépendance relative et inégale activité de la couronne et des racines.

La question de l'indépendance relative et de l'inégale activité de la couronne et du système radiculaire que nous soulevons ici, présente, à côté de son importance physiologique, un grand intérêt au point de vue morphologique. C'est pourquoi, bien que nous ne soyons pas encore en mesure d'évaluer directement la part prise par la sève inorganique dans la formation de la substance ligneuse, ni celle qui revient aux produits du travail chlorophyllien, il importe que nous relevions tous les cas permettant de constater l'existence d'*un balancement périodique de l'activité des racines et de la couronne.*

Envisagé au point de vue tout à fait général de la physiologie de la nutrition, un pareil balancement, conséquence d'une corrélation plutôt médiate qu'immédiate entre le travail des deux pôles nourriciers des arbres, n'a rien que de très naturel : La physiologie expérimentale et la pathologie nous fournissent nombre d'exemples de déficit fonctionnel d'un organe compensé par l'accroissement d'activité d'un autre : Le grand développement des organes souterrains chez les plantes vivaces de la zone alpine comparé à la réduction de leurs tiges aériennes et de leurs feuilles, montre que, malgré les corrélations existant entre la nutrition aérienne et la nutrition souterraine, l'intensité de la croissance est directement influencée par les conditions écologiques particulières du sol et de l'air.

Un autre exemple non moins démonstratif nous est fourni par la réduction sensible d'accroissement en épaisseur des tiges et des rameaux consécutive à la production périodique des graines, réduction particulièrement bien étudiée par R. Hartig chez *Fagus* (1), et qui affecte les organes aériens beaucoup plus que les racines et la portion inférieure du tronc. Ainsi que je l'ai relevé (2) à propos de l'épicéa la réduction d'accroissement du bois chez les branches fructifères nous fournit un nouvel exemple de l'indépendance relative des organes aériens et des racines ; la diminution de résistance qui en résulte pour les branches chargées de fruits montre combien les exigences mécaniques sont subordonnées aux besoins de la nutrition.

Les diverses particularités de croissance observées chez *Picea* I. W. et *Abies* I. D. ainsi que les variations individuelles concernant le niveau de la surface annulaire minimum ou celui du diamètre relatif minimum chez les autres individus examinés, m'engagent à voir dans l'inégale activité des racines et de la couronne un phénomène plutôt général qu'exceptionnel.

Ainsi que je le relève plus haut, il semble bien que le fût d'un grand épicéa dénudé jusqu'à 10 ou 20 mètres au-dessus du sol soit formé de deux portions distinctes, l'une soumise à l'influence prépondérante de la couronne, l'autre à celle du système radiculaire. Tel n'est pas le cas chez les individus à couronne surbaissée,

---

(1) R. Hartig. Ueber den Einfluss der Samenproduction auf Zuwachsgrösse und Reservestoffvorrat der Bäume. *Allgem. Forst-und Jagdzeitung*. Bd. 65. 1889.

(2) P. Jaccard. Accroissement en épaisseur de quelques conifères et ruptures de cimes provoquées par la surcharge des cônes. *Journal forestier suisse*, 1913, nᵒˢ 6 à 8.

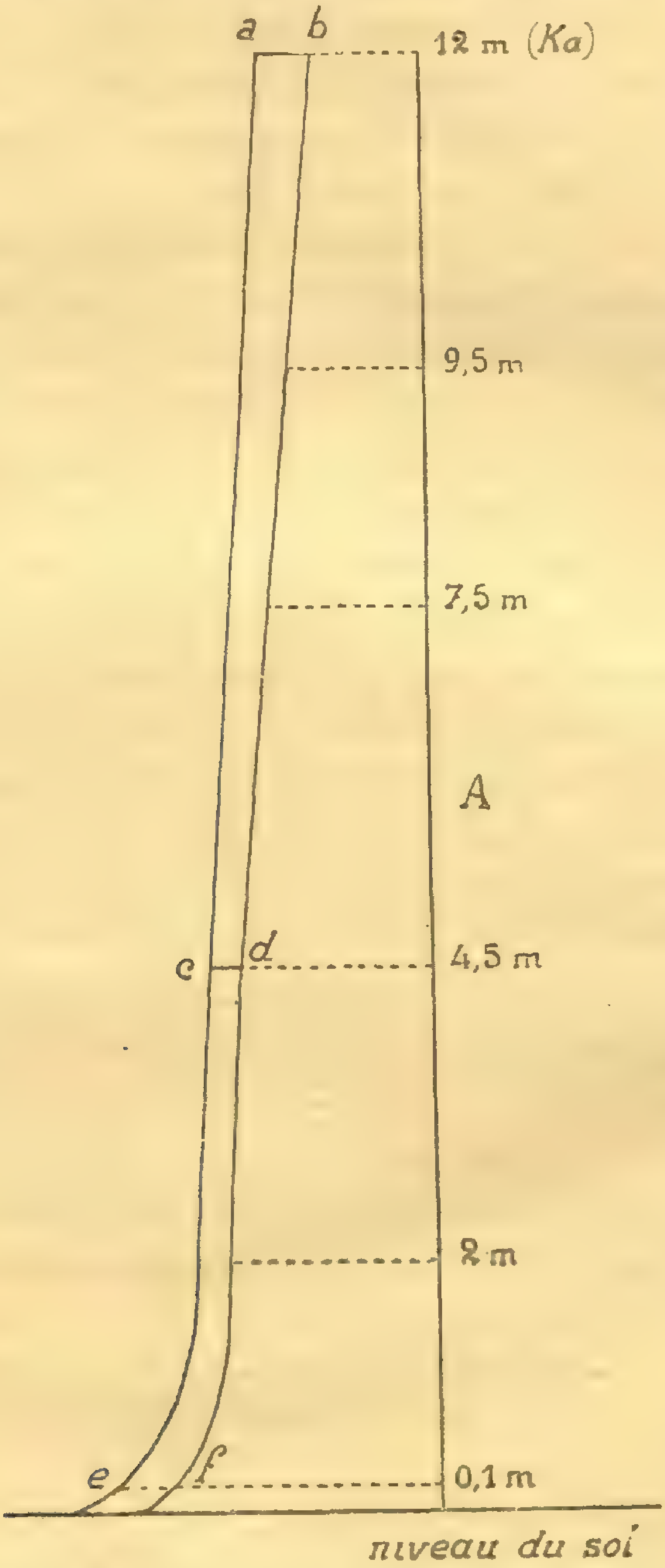


Fig. 3. — *Schéma de l'accroissement en épaisseur du fût de l'épicéa 1. D. pendant les 4 dernières années (1911 à 1914)* . *A*, Axe de la tige ; *a b*. épaisseur moyenne des 4 dernières couches d'accroissement au-dessous de la couronne (*Ka*) à 12 m. du sol ; *c. d*, à 4,5 m. du sol ; *e. f.*, à 10 cm. du sol. *c. d.* correspond au niveau de la surface annulaire minimum pour les années 1911 à 1914. Echelle des hauteurs : 1/100 ; échelles des largeurs : 3/1 environ.

voisine du sol, dont le fût proprement dit n'existe pas, ou du moins, ne dépasse guère la zone de l'élargissement basilaire. La portion du fût correspondant au diamètre relatif minimum possède donc une signification physiologique toute particulière, à savoir, celle d'un plan limite entre deux zones d'influence concurrentes, l'une, où semble s'exercer d'une façon plus marquée l'action de la couronne, l'autre, où se manifeste davantage celle des racines (voir fig. 3).

Remarque. — Le changement de forme du tronc résultant de l'accroissement en épaisseur est en réalité beaucoup moins rapide et moins accentué que ne l'indique la figure 3 dans laquelle les diamètres du tronc sont multipliés par trois tandis que les hauteurs sont réduites au 1/100.

L'atténuation progressive de la forme conique du tronc s'accompagne d'un déplacement insensible vers le haut du niveau correspondant à l'épaisseur minimum des couches annuelles successives.

Tandis que le niveau du minimum d'épaisseur des couches annuelles peut être déterminé exactement, rappelons que celui du *diamètre minimum relatif du tronc* ne peut être mis qu'indirectement en évidence par l'emploi de la méthode graphique exposée plus haut. Cette méthode révèle dans la forme du tronc deux niveaux critiques, dépendant de deux causes tout à fait distinctes :

1° celui où son diamètre réel présente avec le diamètre qu'aurait ce même tronc construit comme fût d'égale résistance, *l'écart négatif le plus grand,* c'est ce niveau-là que nous désignons comme *diamètre minimum relatif,* il dépend de la position du minimum d'épaisseur des couches annuelles successives.

2° le niveau où d'après le graphique n° 1, s'effectue *le changement de signe* des valeurs $d^3 - D^3$, niveau qui dépend des rameaux secs encore attenants au tronc et *de leur hauteur au-dessus du sol.*

La conclusion énoncée ci-dessus paraît conforme à ce que l'on sait des variations locales de l'activité du cambium et des différences parfois très sensibles qui se manifestent chez les branches, le tronc et les racines d'un même arbre, quant à la date du réveil ou celle de l'arrêt des divisions cellulaires.

Notons enfin, qu'elle donne une explication extrêmement plausible des différences souvent considérables qu'on observe d'un individu à l'autre quant au niveau du diamètre relatif minimum au-dessus du sol. Ces différences, qui sont manifestement en relation avec le développement plus ou moins grand de la couronne et du tronc ainsi qu'avec les conditions générales de croissance de l'arbre, ne sauraient par contre, ainsi que je crois l'avoir nettement établi, cadrer avec la théorie mécanique, envisageant le tronc de l'épicéa comme un fût d'égale résistance.

Mais, dira-t-on, que devient dans tout ceci la constance de la section conductrice?

Aux variations locales que nous avons signalées dans l'intensité de la croissance et dans l'activité du cambium doivent nécessairement correspondre aussi certaines variations de la section conductrice.

L'importance que j'attribue à la constance de la section conductrice comme facteur morphogène est l'expression d'une relation dominante susceptible comme toutes les relations de cet ordre d'être momentanément troublée par des influences passagères ou par des réactions locales. L'existence de semblables variations ne saurait infirmer *dans leur portée générale* les conclusions auxquelles nous sommes arrivés.

VI. — PROPORTION RELATIVE DU TISSU CONDUCTEUR ET DU TISSU MÉCANIQUE.

Entre les causes qui déterminent l'appel des substances organiques nécessaires à l'accroissement des racines et celles qui règlent l'ascension de l'eau vers la couronne, le parallélisme n'est certainement pas absolu ; tantôt l'un, tantôt l'autre des deux facteurs essentiels de la production ligneuse peut devenir dominant.

Parmi les variations locales qu'on observe dans la structure anatomique des diverses couches annuelles celles qui concernent le développement relatif du bois de printemps et du bois d'automne, soit du tissu conducteur et du tissu mécanique, sont particulièrement sensibles, et relativement faciles à évaluer.

Chez un individu donné, ce rapport varie non seulement d'une année à l'autre, ce qui s'explique assez bien lorsque deux années consécutives sont au point de vue météorologique nettement dissemblables, mais encore dans une seule et même couche annuelle suivant sa hauteur au-dessus du sol.

Dans l'épicéa n° I. D. par exemple, la proportion du tissu mécanique (Tm.), c'est-à-dire des trachéides à parois épaisses et à lumen réduit, par rapport aux éléments plus larges à parois minces, varie avec la hauteur au-dessus du sol dans les proportions suivantes :

à 2 mètres	du sol,	38 °/o
» 4,50	—	46 °/o
» 7,50	—	48 °/o
» 9,50	—	46 °/o
à 12,20	—	40 °/o

A cet égard les *Picea* I et II. D et II. W. ainsi que *Abies* I. D. se comportent d'une manière analogue comme le montrent les chiffres suivants :

°/o du tissu mécanique chez *Picea* n° II D.	à 2 m.	du sol,	37 °/o
—	8,50	—	40 °/o
—	13,8	—	38 °/o
Picea n° III D.	à 2 m.	—	37 °/o
—	9,50	—	36 °/o
—	14,0	—	29 °/o
Picea n° II W.	à 2 m.	—	47 °/o
—	8,0	—	60 °/o
—	15,4	—	59 °/o
Abies n° I D.	à 2 m.	—	45 °/o
—	5	—	50 °/o
—	10	—	46 °/o

Abies II. D. et *Picea* I. W. dont nous avons signalé le caractère particulier à propos de la diminution ininterrompue de la section conductrice au-dessus de 2 mètres du sol présentent également de bas en haut une diminution continue du °/o de tissu mécanique.

°/o du tissu mécanique chez *Abies* n° II D.	à 2 m.	du sol,	50 °/o
—	6	—	35 °/o
—	10,4	—	30 °/o
—	2	—	32 °/o
—	3	—	24 °/o
—	13,6	—	22 °/o

Pour cette évaluation nous avons compté comme tissu mécanique tous les éléments à partir du moment où la réduction du diamètre et l'augmentation d'épaisseur des parois deviennent appréciables sur une microphotographie. Les °/o que nous indiquons comprennent en réalité le bois d'été et le bois d'automne ; ils sont calculés sur la moyenne des trois dernières couches annuelles de 1912 à 1914.

Les chiffres ci-dessus font ressortir l'existence vers la mi-hauteur du fût d'un *maximum,* de part et d'autre duquel le °/o du tissu mécanique diminue. Si nous envisageons la proportion du tissu mécanique dans la section basilaire à 10 cm. au-dessus du sol, nous constatons, par exemple, qu'elle est, chez les trois épicéas dominants de Degenried, notablement inférieure à celle des autres portions du tronc ; pour *Picea* I, II et III. D. le °/₀ du tissu mécanique à 10 cm. du sol atteint respectivement 25 °/₀, 13 °/₀ et 25 °/₀.

Chez les deux sapins fortement dominés par les arbres voisins le tissu mécanique est par contre proportionnellement plus développé près du sol que vers le reste du fût ; le °/₀ du tissu mécaniqus pour ces deux individus s'élève à 50 °/₀ chez *Abies* I. D. et à 60 °/₀ chez *Abies* II. D.

Dans quelle mesure ces variations d'épaisseur du tissu mécanique modifient-elles la surface conductrice effective, c'est ce qu'il est assez difficile d'évaluer, étant donné surtout l'insuffisance de nos renseignements sur le nombre des couches d'accroissement qui participent à la circulation de l'eau ainsi que la difficulté de préciser dans chaque anneau la limite entre les éléments conducteurs proprement dits et ceux qui ne jouent qu'un rôle secondaire dans le transport de l'eau.

Le travail que nous publions aujourd'hui n'a pas la prétention d'élucider toutes les questions auxquelles touche l'étude de l'accroissement en épaisseur des arbres, mais bien plutôt d'en soulever de nouvelles en mettant en lumière, entre les diverses particularités de la forme et de la structure du tronc de l'épicéa, des relations jusqu'ici insoupçonnées ou mal définies.

Un problème aussi complexe, et dont les botanistes s'occupent depuis si longtemps, exige pour être résolu d'être bien posé, et c'est surtout à le bien poser que tendent nos efforts.

VII. — RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

La forme particulière réalisée par la portion dénudée du tronc de l'épicéa est essentiellement déterminée par les exigences de la circulation de l'eau (1).

Etant donné la faible proportion des tubes criblés conducteurs de la sève élaborée par rapport aux éléments vasculaires organes du transport de l'eau, ce sont ces derniers qui, au point de vue purement *géométrique,* jouent le rôle dominant dans l'accroissement en épaisseur et dans la *forme* réalisé par le tronc.

---

(1) Nous entendons parler du transport relativement rapide de l'eau, transport qu'il y a lieu de distinguer du déplacement osmotique beaucoup plus lent qui l'accompagne.

Entre le collet et la base de la couronne le tronc s'accroît *comme un fût d'égale capacité conductrice de l'eau.* De la base au sommet de la couronne, sa forme est déterminée par la réduction progressive de la quantité d'eau et de substances organiques transportées. L'épaisseur relativement plus grande de la portion récemment dénudée du tronc s'explique par la réduction que les rameaux desséchés encore attenant au tronc font subir à la surface conductrice des dernières couches d'accroissement.

L'influence des rameaux desséchés sur l'élargissement du tronc au-dessous de la couronne peut être mis en évidence en comparant la forme réelle du fût avec celle qu'il aurait si les cubes des diamètres de ses diverses sections à partir de 3 mètres au-dessus du sol diminuaient dans la même proportion que la distance de ses sections au centre de gravité de la couronne, en d'autres termes, s'il avait le caractère d'un fût d'égale résistance à la flexion.

Par le calcul et par une construction graphique extrêmement simple, on constate que, *d'une façon générale, le tronc de l'épicéa n'est pas un fût d'égale résistance.*

En désignant chez un individu donné par D^3 les cubes des diamètres qui correspondraient à un fût d'égale résistance et par d^3 les cubes des diamètres réels, on constate que ces derniers sont plus faibles que les premiers dans la portion inférieure du tronc, et plus forts dans sa portion supérieure.

Le point à partir duquel se manifeste l'élargissement relatif du fût dans sa portion supérieure correspond précisément au niveau inférieur des rameaux désséchés encore attenant au tronc.

L'élargissement de la base du tronc provient de la *croissance transgressive* des éléments du bois occasionnée par la réduction de longueur de la couche de cambium consécutive à l'accroissement en épaisseur du *collet.* Il s'agit là d'un *phénomène local de croissance* déterminé par l'action concomitante d'un facteur mécanique et d'une cause physiologique. Le facteur mécanique consiste dans la compression longitudinale, due au raccourcissement de la zone de cambium, racourcissement résultant de *l'atténuation progressive de la concavité* formée à la base du tronc par l'étalement des grosses racines. L'élargissement qui en résulte, en augmentant le nombre des éléments conducteurs, compense le ralentissement du transport d'eau qui se manifeste à la base du tronc, et assure ainsi la continuité du mouvement ascensionnel de l'eau, condition physiologique essentielle de la croissance.

Au point de vue de la forme du fût, il y a lieu de distinguer chez l'épicéa deux types extrêmes de croissance suivant que la couronne descend jusque dans le voisinage du sol, ou bien, qu'au contraire, sa base s'élève à plusieurs mètres au-dessus du sol laissant à découvert un long fût dénudé.

A ces différences, résultant soit de la croissance isolée, soit du développement en massifs, correspondent des formes dissemblables du tronc.

Dans le premier cas, l'élargissement basilaire du fût, accentué par la forte consommation d'eau d'une couronne relativement volumineuse et par le développement corrélatif des racines se fait sentir jusqu'au niveau des premières branches, de sorte que le *diamètre relatif* du tronc dénudé exprimé par le rapport $d^3 - D^3$ va croissant d'une façon continue de la base de la couronne jusqu'au niveau du sol.

Dans le second cas, le diamètre relatif du fût présente deux *maxima* correspondant, l'un, à l'élargissement du sommet, l'autre à l'élargissement de la base du fût ; entre ces deux maxima on observe un *minimum* qui correspond à la surface conductrice la plus faible.

Dans ce cas, le diamètre relatif va donc en augmentant dans deux directions opposées à partir d'une valeur minimum dont le niveau varie d'un arbre à l'autre avec le développement relatif de la couronne et du fût, avec la hauteur des premières branches au-dessus du sol ainsi qu'avec l'âge de l'arbre et l'intensité de sa croissance.

La structure rayonnée et concentrique du tronc d'un arbre dont rien n'altère le développement normal régulier, est déterminée par les relations qui s'établissent entre la couronne et le milieu aérien plus encore que par l'influence du sol sur les racines.

L'air et la lumière (1) étant répartis d'une façon uniforme et formée à la base du tronc par l'étalement des grosses racines. L'élargissement qui en résulte, en augmentant le nombre des éléments conducteurs, compense le ralentissement du transport d'eau qui se manifeste à la base du tronc, et assure ainsi la continuité du mouvement ascensionnel de l'eau, condition physiologique essentielle de la croissance.

---

(1) Nous avons en vue ici la lumière diffuse dont le maximum d'intensité correspond au Zénith, et qui, plus que la lumière solaire directe règle la marche de l'assimilation et de la transpiration chez les arbres de la zone tempérée. Voir à ce sujet Wiesner : *Der Lichtgenus der Pflanzen,* Leipzig 1907, pages 36 à 42.

Au point de vue de la forme du fût, il y a lieu de distinguer chez l'épicéa deux types extrêmes de croissance suivant que la couronne descend jusque dans le voisinage du sol, ou bien, qu'au contraire, sa base s'élève à plusieurs mètres au-dessus du sol laissant à découvert un long fût dénudé.

A ces différences, résultant soit de la croissance isolée, soit du développement en massifs, correspondent des formes dissemblables du tronc.

Dans le premier cas, l'élargissement basilaire du fût, accentué par la forte consommation d'eau d'une couronne relativement volumineuse et par le développement corrélatif des racines se fait sentir jusqu'au niveau des premières branches, de sorte que le *diamètre relatif* du tronc dénudé exprimé par le rapport $d^3 — D^3$ va croissant d'une façon continue de la base de la couronne jusqu'au niveau du sol.

Dans le second cas, le diamètre relatif du fût présente deux *maxima* correspondant, l'un, à l'élargissement du sommet, l'autre à l'élargissement de la base du fût ; entre ces deux maxima on observe un *minimum* qui correspond à la surface conductrice la plus faible.

Dans ce cas, le diamètre relatif va donc en augmentant dans deux directions opposées à partir d'une valeur minimum dont le niveau varie d'un arbre à l'autre avec le développement relatif de la couronne et du fût, avec la hauteur des premières branches au-dessus du sol ainsi qu'avec l'âge de l'arbre et l'intensité de sa croissance.

La structure rayonnée et concentrique du tronc d'un arbre dont rien n'altère le développement normal régulier, est déterminée par les relations qui s'établissent entre la couronne et le milieu aérien plus encore que par l'influence du sol sur les racines.

L'air et la lumière (1) étant répartis d'une façon uniforme et symétrique tout autour de la couronne, celle-ci prend forcément une disposition rayonnée régulière laquelle conditionne la structure rayonnée du tronc.

---

(1) Nous avons en vue ici la lumière diffuse dont le maximum d'intensité correspond au Zénith, et qui, plus que la lumière solaire directe règle la marche de l'assimilation et de la transpiration chez les arbres de la zone tempérée. Voir à ce sujet **Wiesner**: *Der Lichtgenus der Pflanzen*, Leipzig 1907, pages 36 à 42.

Tandis que la forme concentrique du tronc dépend avant tout de l'activité de sa couronne et de son système radiculaire laquelle est déterminée par l'action chimiotropique du milieu dans lequel elles se développent, la croissance *excentrique et bilatérale des branches horizontales est due à l'action permanente de la pesanteur,* laquelle engendre sur les deux faces opposées de ces organes des tensions et des compressions longitudinales qui retentissent d'une manière continue sur l'activité du cambium.

De ce qui précède, je crois pouvoir conclure que *la forme des arbres,* celle de l'épicéa en particulier, est *directement* et *actuellement* conditionnée dans ses caractères essentiels, notamment *dans les variations d'épaisseurs des couches d'accroissement* par les exigences de la circulation de l'eau et des matières nutritives.

Laissant de côté les déformations produites par l'action continue d'un vent constant en direction, nous pouvons dire, qu'à côté des tensions et des compressions d'origine physiologique qui entrent en jeu dans l'élargissement de la base du tronc ainsi qu'aux aisselles des branches et des racines, ce n'est guère que dans la croissance excentrique et bilatérale des branches et des tiges non verticales que l'influence morphogène due à la pesanteur devient dominante au point d'altérer la forme qui résulterait du seul jeu de la circulation de la sève.

La forme des arbres n'est donc pas, comme les partisans de la théorie mécanique l'admettent, le résultat d'une lente sélection des variations utiles tendant à assurer aux grands végétaux *un maximum de solidité avec le minimum de matériel.*

Elle ne saurait être envisagée comme conforme à un principe ayant sa valeur en soi et dominant l'évolution de la matière vivante, ainsi que l'entendent les finalistes, mais bien comme une réaction nécessaire déterminée par les conditions de nutrition de l'espèce.

Des conditions analogues déterminent également la forme des anémones de mer et des coraux, des astéries et des oursins fixés ou reposant quasi immobiles au fond des mers. Malgré l'action intermittente des vagues comparable à l'action discontinue et irrégulière du vent sur les arbres, ce sont bien les réactions chimiotropiques qui s'établissent entre ces êtres et le milieu nutritif, réactions agissant d'une facon symétrique dans toutes les directions de l'espace qu'ils occupent, qui déterminent la *structure rayonnée* de ces animaux-plantes. Il n'est pas indifférent de remarquer que l'apparition de la *symétrie bilatérale* chez les animaux est intimement liée à leur *mobilité,* laquelle intensifie l'influence morphogène de la pesanteur en la faisant porter sur l'ensemble du corps et non plus seulement sur ses appendices latéraux.

L'animal mobile ne relève plus de la statique seulement, mais de la dynamique ; chacun de ses mouvements exige la mise en jeu d'une force antagoniste de la pesanteur ; la stabilité dans le mouvement n'est possible pour l'animal que grâce au développement symétrique de part et d'autre d'un plan vertical des organes du mouvement, c'est-à-dire, des muscles et des nerfs et de leurs organes réceptifs (y compris organes des sens) qui les actionnent ainsi que du squelette qui les supporte. A cet égard, il existe entre les végétaux et les grands animaux une différence essentielle.

Institut de botanique générale et de physiologie
de l'Ecole polytechnique fédérale à Zurich

TABLE DES MATIÈRES

Introduction. Point de départ théorique.

Méthode. Caractéristique des individus étudiés.

I. — Détermination de la surface annulaire chez *Picea excelsa* I. D.

Influence des branches sèches encore attenantes au tronc.

Valeur des écarts entre d^3 et D^3 chez 13 *Picea* et chez 8 *Abies* provenant de stations différentes.

Diamètre relatif minimum.

Action corrélative de la couronne et du système radiculaire.

II. — Critique de la théorie mécanique basée sur le principe du maximum de solidité obtenu avec le minimum de matériel.

Critique du point de vue finaliste.

Expériences de R. Hartig concernant l'influence des compressions et des tensions longitudinales sur la structure anatomique des Conifères ; leu interprétation spécieuse dans la théorie mécanico-finaliste.

Accumulation chez les grands végétaux ligneux de substances qui sont sans utilité physiologique pour eux.

Absence de parallélisme entre l'action mécanique du vent sur les arbres et la résistance qu'ils présentent ou la forme qu'ils réalisent.

Variation de solidité du fût de l'épicéa à ses divers niveaux.

Absence de parallélisme entre l'épaississement basilaire du tronc de l'épicéa et l'effort de flexion auquel cette région se trouve soumise par l'action fléchissante du vent sur la couronne.

III. Causes de l'élargissement basilaire du tronc

Remarques sur les conditions physiques du transport de l'eau transpirée par les arbres.

Ralentissement de la circulation de l'eau causé par un brusque changement de direction des organes conducteurs.

Compensation apportée à ce ralentissement par l'augmentation du nombre des vaisseaux entraînant l'élargissement de la surface conductrice.

Compression longitudinale résultant de l'élargissement basilaire ; son indépendance vis-à-vis de la pesanteur.

Compression longitudinale due à la pesanteur et particularités anatomiques qu'elle détermine.

Croissance transgressive.

L'épaississement excentrique des branches épitrophes ou hypotrophes comparé à l'épaississement de la base du tronc ; dissemblance des actions mécaniques en jeu dans ces deux cas.

Influence du mode d'enracinement sur l'intensité de la croissance transgressive et sur l'élargissement basilaire du tronc.

IV. — Action concomitante de la pesanteur et de la croissance transgressive.

Le renflement basilaire des branches.

Structure anatomique des aisselles.

Action antagoniste du géotropisme négatif et de la pesanteur.

V. — Discussion de quelques cas particuliers.

Tableau récapitulatif indiquant la largeur et la surface annulaire moyennes des quatre dernières couches d'accroissement chez quatre *Picea* et chez deux *Abies* (Tableau n° 6). Comparaison des chiffres obtenus.

Fûts dont la section conductrice moyenne diminue de la base vers le sommet.

Influence inégale exercée par les conditions stationnelles (conditions écologiques) sur la croissance des racines et sur l'activité de la couronne.

Indépendance relative de ces deux organes et variations de la surface annulaire du fût.

VI. — Proportion relative du tissu conducteur et du tissu mécanique.

Remarques concernant les variations observées et le rôle respectif de ces deux tissus.

VII. — Résumé et conclusions. Remarques concernant les causes de la symétrie rayonnée et de la symétrie bilatérale.

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

JOSIAS BRAUN. — **Les Cévennes méridionales** *(Massif de l'Aigoual).* Etude phytogéographique. Genève, 1915.

Dans les deux premiers chapitres de cette remarquable étude, l'auteur décrit la structure géologique de ce massif cévenol, son relief, son climat. Les deux autres chapitres, les plus importants, sont consacrés à l'examen détaillé des groupements végétaux et à l'établissement des étages naturels de végétation.

Constitué essentiellement par un noyau granitique qu'entoure une bande de schistes métamorphisés, le massif de l'Aigoual s'avance en coin entre les plateaux jurassiques des Causses ; ses deux versants présentent des contrastes frappants au point de vue du relief et du climat. L'auteur insiste sur ce caractère qui permet d'expliquer certains faits de répartition des végétaux.

L'association végétale doit se délimiter uniquement d'après sa composition floristique : *c'est un groupement végétal plus ou moins stable et en équilibre avec le milieu ambiant, caractérisé par une composition floristique déterminée dans laquelle certains éléments exclusifs ou à peu près (espèces caractéristiques), révèlent par leur présence une écologie particulière et autonome.* Telle est la définition à laquelle s'arrête H. BRAUN. Pour la statistique des formes biologiques, il adopte la méthode de RAUNKIÆR. Quant à la *formation,* il se refuse à la considérer comme une unité supérieure à l'association : ces deux notions ne peuvent que se coordonner et se compléter. Après avoir ainsi fixé le sens de ces termes, il étudie en détail les seize groupes d'associations qu'il a distingués.

Les associations rupestres, restées en dehors de l'action de l'homme, apparaissent avec une individualité très marquée. Suivant la nature chimique du substratum, deux associations : a. Silicicole à *Antirrhinum Asarina,* et a. Calcicole à *Potentilla caulescens* et *Saxifraga cebennensis.* La sous-association des murs s'y rattache étroitement mais possède quelques espèces qui manquent ou sont rares sur les rochers. *(Parietaria ramiflora, Linaria Cymbalaria, Carex longiseta,* etc.)

Sur les éboulis mouvants s'établit l'association à *Calamagrostis argentea* dont les constituants sont remarquables par le grand développemant du système souterrain ; sur les graviers et les arènes granitiques où prospère le Châtaignier s'étend une association composée presque exclusivement de Thérophytes vernales *(Corynephorus canescens, Ornithopus, Mibora, Filago,* etc.)

Le Chêne-Vert *(Quercus Ilex)* occupe des surfaces étendues ; il peut monter jusqu'à 1316 mètres, limite extrême. Le déboisement et le pâturage empêchent la constitution de futaies bien développées. Les Bruyères, les Genêts et les Cistes s'emparent du terrain sitôt après la coupe : c'est la sous-association à *Erica arborea* caractérisée par la prédominance des Nano-phanérophytes et des Thérophytes. Puis, le Chêne-vert se développe et reprend peu à peu sa place avec son cortège de lianes et de Phanérophytes toujours verts *(Ruscus aculeatus, Smilax aspera, Rubia peregrina*, etc.). Sur les terrains calcaires, il est concurrencé par le Chêne blanc : on constate alors des taillis mixtes où les satellites des deux arbres sont juxtaposés. L'association du Chêne blanc *(Quercetum sessilifloræ)* présente quelques espèces caractéristiques : *Lathyrus latifolius, L. niger, Daphne Laureola, Limodorum ;* les Thérophytes y sont rares. Une sous-association très remarquable, la Buxaie, se développe après la destruction des taillis (incendie, coupe ou pâturage) et présente le cortège habituel de l'essence disparue.

Le groupe d'associations d'arbres feuillus du type Hêtre comporte deux associations : l'Aulnaie et la Hêtraie. La première, localisée le long des cours d'eau, possède des espèces boréales qui s'irradient dans les domaine méditerranéen et présente des affinités étroites avec la Hêtraie. Le Hêtre constitue dans l'Aigoual des futaies presque intactes, dans la zone des précipitations abondantes, entre 800 et 1500 mètres ; cette association, une des mieux individualisées, offre un grand nombre de caractéristiques ; son uniformité floristique est frappante et son spectre biologique se distingue par la prédominance des Géophytes (59 °/₀) et des Hémicryptophytes (33 °/₀). Sur les territoires déboisés autrefois, la Hêtraie se reconstitue naturellement ; dans les pâturages mis en défens, par exemple, on peut observer les stades suivants : *Nardetum, Deschampsietum flexuosi*, lande à *Calluna* et *Genista pilosa*, taillis et futaie de hêtres. Une association caractérisée par des espèces à feuillage très ample *(Adenostyles Alliariæ, Doronicum austriacum, Chærophyllum hirsutum*, etc.) se rencontre le long des ruisseaux de la Hêtraie. La pineraie *(Pinus silvestris)* est localisée sur le versant atlantique où elle n'a pas à craindre la sécheresse de l'été méditerranéen. Les Piroles *(Pirola chlorantha, P. uniflora, P. secunda)* et *Goodyra repens* en sont les réactifs les plus sensibles.

Les landes à *Sarothamnus* et *Genista purgans* qui occupent de grandes surfaces sur les flancs du massif siliceux sont la conséquence d'un régime pastoral extensif ; leur composition floristique est très hétérogène. Les landes à *Calluna* et *Genista pilosa* ont leur optimum de développement sur les versants exposés aux pluies, au-dessus de 1200 mètres : c'est une association de climats océaniques, humides.

Les prairies xérophiles présentent deux types : l'association à *Deschampsia flexuosa* qui se rapproche de la prairie sub-alpine et succède généralement à une sous-association à *Nardus striata* et l'a. à *Bromus erectus (Xero-Brometum erecti)* qui peuple les pentes sèches ensoleillées, à sol calcaire, léger. A cette dernière se rattache la sous-association à

Brachypodium pinnatum, bien développée dans les cultures en terrasses abandonnées (olivettes, vignes) : elle aboutit à des taillis mixtes ou purs de Chênes blancs.

Les associations des prairies mésophiles sont au nombre de trois. L'a. à *Agrostis vulgaris* constitue les prairies de montagne, irriguées et amendées. Dans la châtaigneraie irriguée, *Luzula Forsteri* détermine une a. remarquable par l'abondance des Orchidées. Ici l'auteur insiste sur ce fait que le Châtaignier, dont la spontanéité est très douteuse, n'a pas de *cortège floristique spécial et homogène* comme le Hètre ou le Chêne vert : « la châtaigneraie a plutôt le caractère d'une unité purement physionomique embrassant un ensemble d'associations hétérogènes déterminées en premier lieu par le mode d'exploitation. » Dans les vallées cévenoles s'étend la prairie à *Arrhenatherum elatius*, d'une importance économique considérable ; son spectre biologique est presque identique à celui de la prairie à *Agrostis* (prédominance des Hémicryptophytes) mais sa physionomie et sa composition floristique diffèrent sensiblement.

Les basses tourbières comprennent trois associations : *Eriophoretum, Caricetum Goodenovii, Juncetum sylvatici.*

Les hautes tourbières représentées par le *Sphagnetum typicum* ont dans les Cévennes leur limite vers le sud.

Comme association aquatique, la seule bien nette est l'a. à *Montia fontana* localisée aux bords des sources et essentiellement hémicryptophyte.

Les associations culturales enfin renferment deux groupes bien distincts : les moissons (m. siliceuses et m. calcaires) et les cultures sarclées (vignes et cultures potagères).

Dans le dernier chapitre de son étude, l'auteur fixe les limites altitudinales de toutes ces associations et distingue trois étages de végétation nettement marqués : l'étage du Chêne-vert, de 180 à 600 mètres, à végétation méditerranéenne, manquant au versant atlantique, l'étage du Chêne blanc, jusqu'à 1050 mètres, avec Châtaignier dominant sur sol siliceux et Pin sylvestre sur le versant atlantique, l'étage du Hêtre de 1050 mètres aux sommets, avec ses associations boréales.

Le catalogue systématique des espèces et les conditions relatives à l'origine de la flore qui feront l'objet d'un second volume, en préparation, viendront compléter cette très intéressante monographie où M. Braun a su appliquer avec originalité et mesure les méthodes nouvelles de la Géographie botanique

A. Pierre Allorge

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La *REVUE GÉNÉRALE DE BOTANIQUE* paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 64 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.
22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. l'Administrateur de la LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT, 1, rue Dante, à Paris.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, Professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Les ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique, *seront résumés dans les* Notes Bibliographiques *ou signalés dans les* Récentes Publications Botaniques.

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

PRINCIPAUX COLLABORATEURS

DE LA

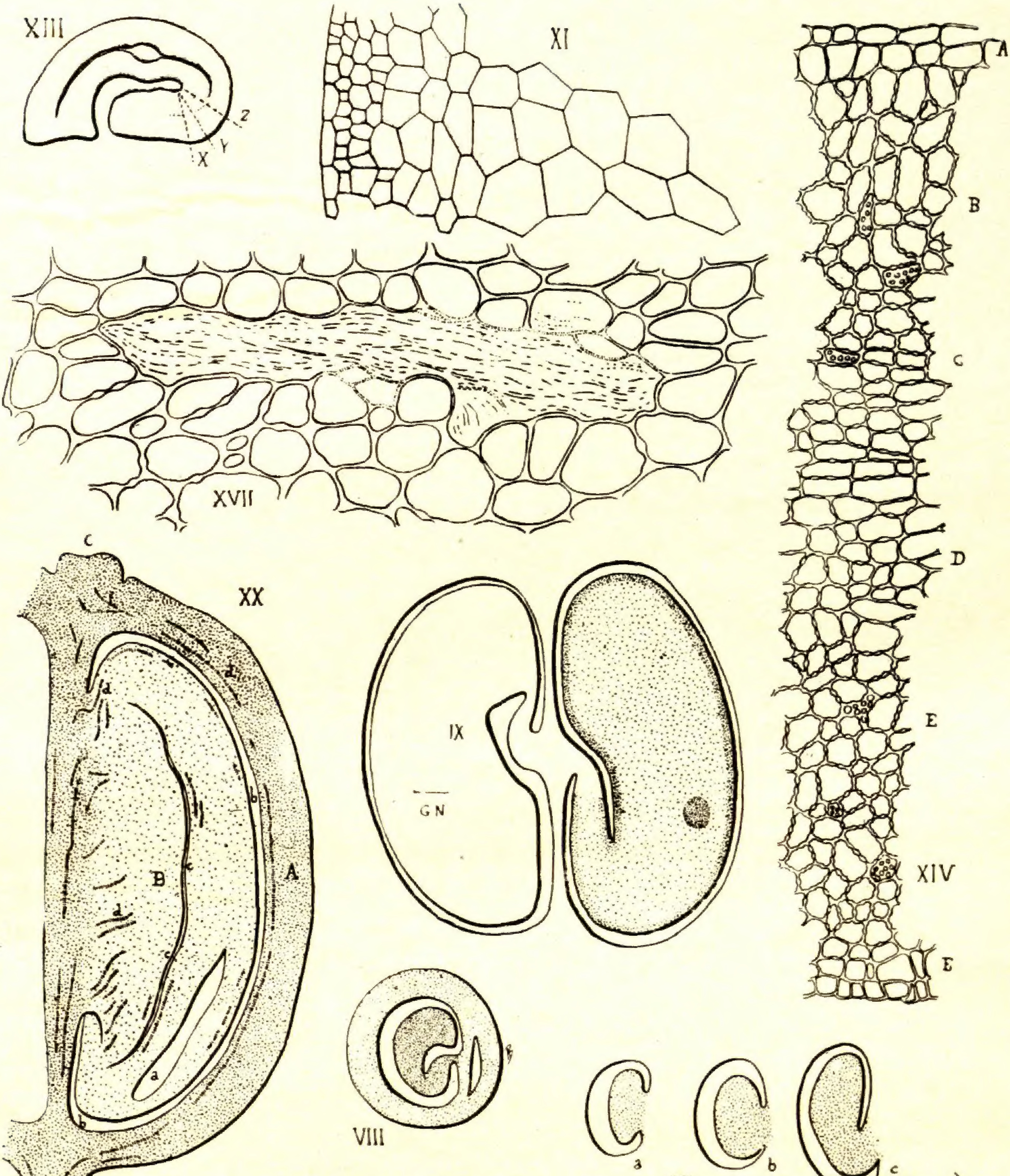
Revue générale de Botanique

Aubert, docteur ès sciences.
Battandier, professeur à l'école de médecine d'Alger.
Beauverie, profes.-adjoint à la Faculté des Sciences de Nancy.
Berthault, docteur ès sciences.
Blaringhem, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers.
Boergesen, docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.
Bonnier (Gaston), membre de l'Académie des Sciences
Boudier, correspondant de l'Institut.
Boutroux, professeur à la Faculté des Sciences de Besançon.
Briquet, professeur à l'Université de Genève.
Brocq-Rousseu, docteur ès sciences.
Buchet, préparateur à la Sorbonne.
Chauveaud, directeur-adjoint à l'École des Hautes-Études.
Colin (H.), professeur à l'Université catholique de Paris.
Combes (Raoul), docteur ès sciences.
Costantin, membre de l'Académie des Sciences.
Coupin, chef de travaux à la Sorbonne.
Daniel, professeur à la Faculté des Sciences de Rennes.
Dassonville, docteur ès sciences.
Devaux, professeur à l'Université de Bordeaux.
Dubard, professeur à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand.
Ducamp, docteur ès sciences.
Dufour, direct.-adjoint du Laborat. de Biologie végétale de Fontainebleau.
Eriksson (Jakob), professeur à l'Académie royale d'Agriculture de Suède.

Flahault, professeur à l'Université de Montpellier.
Flot, docteur ès sciences.
Fockeu, prof. à l'Université de Lille.
Friedel (Jean), Conservateur des Collections botaniques de la Sorbonne.
Gain, professeur à l'Université de Nancy.
Gallaud, docteur ès sciences.
Gatin, docteur ès sciences, préparateur à la Sorbonne.
Goldberg, docteur ès sciences de l'Université de Varsovie.
Guignard, membre de l'Académie des Sciences.
Guillaumin, docteur ès sciences, préparateur au Muséum d'Histoire naturelle.
Guilliermond, chargé de conférences à la Faculté des Sciences de Lyon.
Heckel, professeur à l'Université de Marseille.
Henry, professeur à l'Ecole forestière de Nancy.
Hérissey, professeur agrégé à l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris.
Hervier (l'abbé Joseph).
Hickel, inspecteur des forêts.
Hochreutiner, docteur ès sciences, de l'Université de Genève.
Houard, professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Caen.
Houlbert, docteur ès sciences.
Hue (l'abbé), lauréat de l'Institut.
Hy (l'abbé), professeur à la Faculté catholique d'Angers.
Jaccard, professeur au Polytechnicum de Zurich.
Jacob de Cordemoy (H.), chargé de cours à l'Université de Marseille.
Janczewski (de), professeur à l'Université de Cracovie.
Jonkman, de l'Université d'Utrecht.
Jumelle, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.
Kolderup-Rosenvinge, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.
Kövessi, inspecteur de la viticulture de Hongrie.
Lagerheim (de), profes. de l'Université de Stockholm.
Laurent, professeur à l'Ecole de médecine de Reims.
Leclerc du Sablon, professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse.
Lefèvre (J.), professeur à l'Ecole des Sciences du Havre.
Lesage, professeur à la Faculté des Sciences de Rennes.
Lothelier, docteur ès sciences.
Lubimenko, assistant au Jardin Nikita, Crimée.
Macmillan (Conway) professeur à l'Université de Minnesota.
Magnin, profes. à l'Univ. de Besançon.
Maige, prof. à l'Université de Poitiers.
Matruchot, professeur à la Sorbonne.
Mer, directeur de la Station forestière de l'Est.
Mesnard, professeur à l'Ecole de médecine de Rouen.
Mirande, professeur à l'Université de Grenoble.
Molliard, professeur à la Sorbonne.
Nicolas, docteur ès sciences, préparat. à la Faculté des Sciences d'Alger.
Palladine, professeur à l'Université de St-Pétersbourg.
Paulsen (Octave), docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.
Posternak, docteur ès sciences de l'Université de Zurich.
Poulsen, docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.
Prianichnikov, prof. à l'Instit. agronomique de Pétrovskoë (près Moscou).
Prillieux, membre de l'Académie des Sciences.
Prunet, prof. à l'Univ. de Toulouse.
Rabot (Charles), explorateur.
Ray, maître de conférences à l'Université de Lyon.
Raybaud, docteur ès sciences, préparateur à la Faculté des Sciences de Marseille.
Richter (André), assistant à l'Université de Saint-Pétersbourg.
Ricôme, maître de conférences à l'Université de Lille.
Russell (William), docteur ès sciences.
Seignette, docteur ès sciences.
Teodoresco, docteur ès sciences, professeur à l'Université de Bucarest.
Thouvenin, professeur à l'Ecole de médecine de Besançon.
Trabut, profes. à l'Ecole de médecine d'Alger.
Tswett, de l'Université de Varsovie.
Vallot (J.), directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc.
Viala, prof. à l'Institut agronomique.
Viguier, maître de conférences à la Sorbonne.
Vries (Hugo de), professeur à l'Université d'Amsterdam.
Vuillemin, professeur à la Faculté de médecine de Nancy.
Warming, professeur à l'Université de Copenhague.
Zeiller, membre de l'Académie des Sciences.

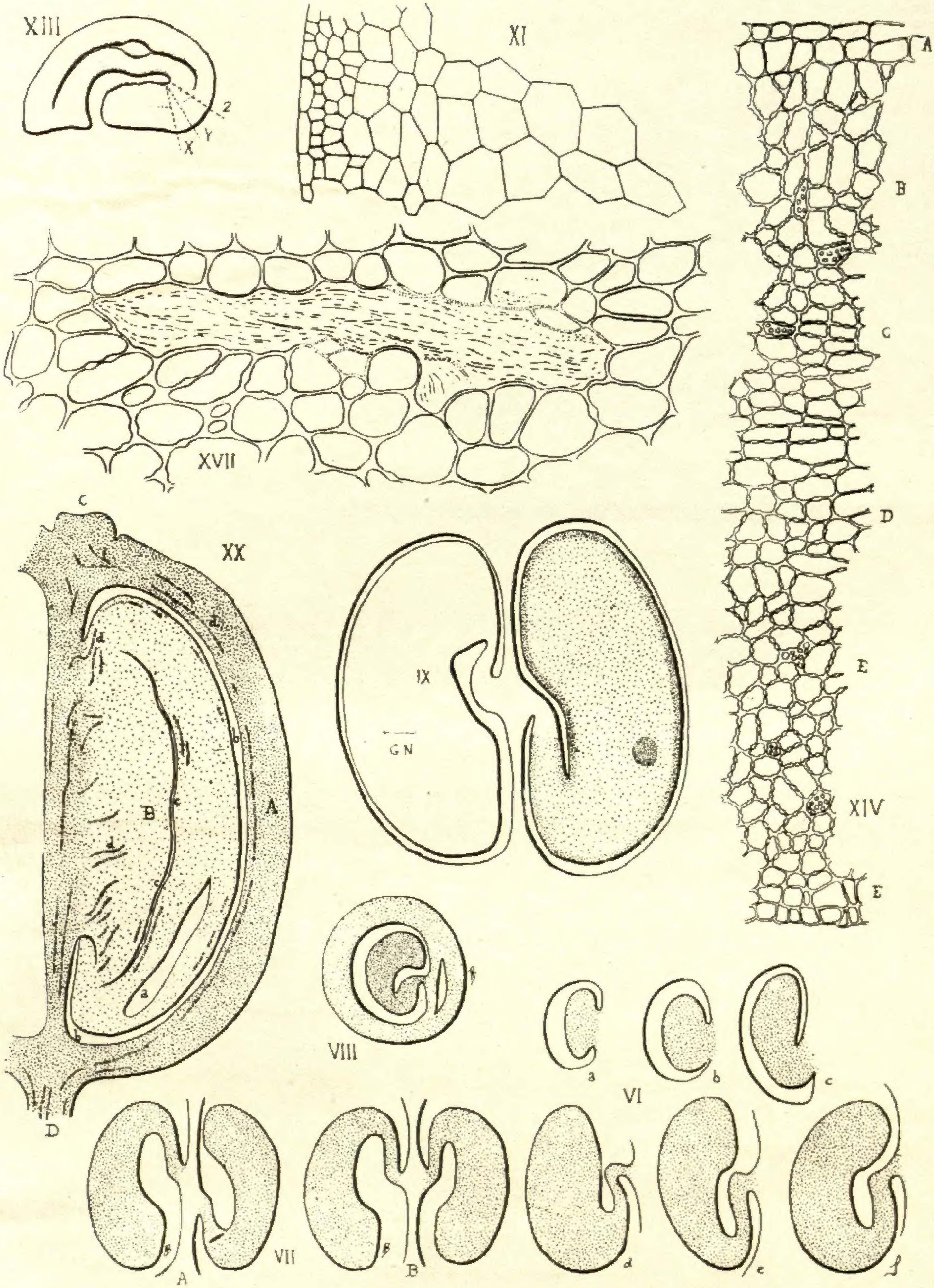
Imp. Nemourienne, Henri Bouloy.

Le Gérant : Henri Bouloy.


XIII
z
X
Y
XI
A
B
C
D
E
E
XIV
XVII
C
XX
d
d
b
B
c
A
d
c
a
b
D
IX
GN
VIII
a
b
c
VI
A
VII
B
d
e
f

A. Berteau, del. Bertin et Cie, sc.

Fruit du Caféier. II.


XIII
Z
Y
X
XI
A
B
C
D
E
XIV
E
XVII
C
XX
d
B
b
c
a
A
D
IX
GN
VIII
β
a
b
c
VI
β
A
VII
β
B
d
e
f

A. Berteau, del. Bertin et C^ie^, sc.

Fruit du Caféier. II.

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME VINGT-HUITIÈME

Livraison du 15 Août 1915

N° 320 ✓

Entered at the New-York Post Office
as Second Class matter

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
1, RUE DANTE, 1

1915

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME VINGT-HUITIÈME

Livraison du 15 Août 1915

N° 320

Entered at the New-York Post Office
as Second Class matter

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
1, RUE DANTE, 1

1915